NYPL RESEARCH LIBRARIES
3 3433 09092652 2

Digitized by Google

Digitized by Google

(Kcpp)
PKB

Digitized by Google

Geſchichte der Chemie.

Zweiter Theil.

Digitized by Google

Berzelius

Gezeichnet von Prof. Krüger
im Jahre 1827.

Verlag v. Fr. Vieweg u. Sohn
in Braunschweig.

Digitized by Google

Geſchichte der Chemie.

Braunſchweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1844.

Digitized by Google

Gezeichnet von Prof. Krüger
im Jahre 1827.

Verlag v. Fr. Vieweg u. So
in Braunschweig.

Geſchichte der Chemie.

Von

Dr. Hermann Kopp,
außerordentlichem Profeſſor der Phyſik und Chemie an der Univerſität Gießen.

NEW YORK PUBLIC LIBRARY
ASTOR LIBRARY NEW-YORK

Zweiter Theil.

Mit dem Bildniſſe Berzelius'.

Braunſchweig,
Druck und Verlag von Friedrich Vieweg und Sohn.

1844.

Digitized by Google

Digitized by Google

Inhaltsüberſicht des zweiten Theils.

Seite

Ueber Namen, Begriff und Studium der Chemie . . 1

Urſprung des Namens Chemie 3

Begriff der Chemie; Definitionen von Suidas, Libavius, Lemery, Stahl, Boerhave u. A. 6

Studium der Chemie 8

Lehrbücher; Charakteriſtik der Compendien von Ripley, Agricola, Libavius, N. Lemery, Boerhave, Stahl u. A. 8

Lehrſtühle der Chemie 18

Laboratorien 18

Chemiſche Operationen 19

Oefen, Lampen und andere Wärmevorrichtungen, Brennmaterial, Temperaturangabe 20

Schmelzen, Flußmittel, Calciniren, Kryſtalliſiren, Sublimiren, Filtriren . . . 25

Deſtillation 26

Material der Gefäße 28

Geſchichte einzelner Zweige der Chemie.

Geſchichte der analytiſchen Chemie 33

Einleitung 33

Analytiſche Operationen auf trocknem Wege 36

Erſte Erkenntniß dieſer Operationen 36

Entdeckung der Cupellation 37

Trennung des Silbers vom Golde bei den Alten 39

Genauere Beſchreibung der Cupellation durch Geber 40

Reinigung des Goldes und Silbers bei Albertus Magnus 41

Reinigung des Goldes durch Spießglanz 41

Agricola's Kenntniſſe von Operationen auf trocknem Wege 42

Vorbereitung, Einführung und Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs 43

Analytiſche Operationen auf naſſem Wege 50

Erkenntniß der analytiſchen Operationen auf naſſem Wege 50

Entdeckung der Reagentien 51

Unterſuchung der Mineralwaſſer bei den Alten 52

Kenntniſſe über die Reagentien bei den Alchemiſten 53

Agricola's Kenntniſſe über Reagentien 54

Unterſuchung der Mineralwaſſer im 16. Jahrhundert 54

Libavius' Methode, Mineralwaſſer zu analyſiren 55

Seite

Fortſchritte in der Kenntniß der Reagentien; Tachenius, Boyle . . . 57
Unterſuchung der Mineralwaſſer im 17. und 18. Jahrhundert . . . 60
Fortſchritte der Analyſe während des 18. und 19. Jahrhunderts . . . 63

Quantitative Analyſe 68
Erſte Beachtung der Gewichtsverhältniſſe bei der Analyſe 68
Ausbildung der quantitativen Analyſe; Zerlegungen von Bergman, Wenzel, Wiegleb, Lavoiſier, Kirwan, Richter, Klaproth, V. Roſe, Buchholz, Vauquelin, Prouſt u. A. 70

Geſchichte der mineralogiſchen Chemie 79
Einleitung 79
Avicenna's Eintheilung der Mineralien 81
Agricola's Unterſcheidung der Mineralien 81
Becher's Eintheilung der Mineralien 82
Entwicklung der kryſtallographiſchen Mineralogie 82
Linné's Syſtem der Mineralien 84
Zurückführung der Kryſtallformen auf Grundgeſtalten; Bergman, Romé de l'Isle, Hauy 84
Cronſtedts' Syſtem der Mineralien 87
Entwicklung der chemiſchen Mineralogie 87
Bergman's Syſtem der Mineralien 88
Hauy's Syſtem der Mineralien 89
Werner's Syſtem der Mineralien 90
Aufſtellung rein chemiſcher Syſteme 91
Berzelius' erſtes Mineralſyſtem 91
Einfluß der Entdeckung des Iſomorphismus 92
Berzelius' zweites Mineralſyſtem 96
Aufſtellung des rein naturhiſtoriſchen Syſtems 97
Mohs' Syſtem der Mineralien 98
Aufſtellung gemiſchter Syſteme 99
Beudant's, L. Gmelin's, Naumann's Syſtem 99

Entwicklung der pharmaceutiſchen Chemie . . . 103
Einleitung 103
Zuſtand der Pharmacie bei den Alten 104
Entſtehung der Pharmacie 104
Erſte Schriften über Arzneibereitung 104
Anwendung chemiſcher Präparate zum Arzneigebrauch 105
Entſtehung der Apotheken 105
Anleitungen zur Arzneibereitung 106
Entwicklung der pharmaceutiſchen Chemie während des Zeitalters der Alchemie 106
Pharmaceutiſche Einrichtungen der Araber 106
Verbreitung der Pharmacie in Europa 107
Anwendung chemiſcher Präparate zum Arzneigebrauch 110
Anleitungen zur Arzneibereitung 110
Vermehrter Gebrauch der chemiſchen Präparate als Heilmittel 111
Entwicklung der pharmaceutiſchen Chemie während des Zeitalters der mediciniſchen Chemie 111
Einführung der chemiſchen Heilmittel in die Pharmacie 111
Verbreitung der Apotheken 112
Anleitungen zur Arzneibereitung 113
Entwicklung der pharmaceutiſchen Chemie ſeit dem Zeitalter der phlogiſtiſchen Theorie 115
Lehrbücher der pharmaceutiſchen Chemie 115
Verſchmelzung der pharmaceutiſchen Chemie mit der wiſſenſchaftlichen Chemie 117

Seite

Entwicklung der angewandten Chemie 120

Einleitung 120
Ausbildung der Metallurgie, Färbekunſt, Töpferkunſt, Glasbereitung, fabrikmäßigen Gewinnung chemiſcher Präparate, Branntweinbrennerei, Agriculturchemie u. ſ. w.
Bei den Alten 121
Während des Zeitalters der Alchemie 124
Während des Zeitalters der mediciniſchen Chemie 126
Während des Zeitalters der phlogiſtiſchen Theorie 129
Während des Zeitalters der quantitativen Unterſuchungen 132

Specielle Geſchichte der Alchemie.

Einleitung 141

I. Urſprung der Alchemie und Verbreitung derſelben bis 1700 144
Fabelhafter Urſprung der Alchemie 144
Hermes Trismegiſtus 145
Angebliches hohes Alter der Alchemie 148
Haben die Alten Alchemie getrieben? 150
Hiſtoriſch nachweisbarer Urſprung der Alchemie 151
Der angebliche Democrit, Syneſius, Zoſimus u. A. 152
Anſichten der Alchemiſten bis zum 7. Jahrhundert 154
Verbreitung der Alchemie zu den Arabern 155
Verbreitung der Alchemie zu den Abendländern 155
Verbreitung der Alchemie in dem 14. und 15. Jahrhundert 157
Zuſtand der Alchemie in dem 16. und 17. Jahrhundert 158

II. Alchemiſtiſche Anſichten über den Stein der Weiſen 160
Namen und Begriff der Alchemie 160
Anſichten über den Stein der Weiſen 161
Ueber ſeine Wirkung je nach dem Grade der Vollkommenheit . . 161
Aeußere Eigenſchaften des Steins der Weiſen 162
Metallveredlende Wirkung des Steins der Weiſen 163
(Vervielfältigende Kraft deſſelben) 163
Beweiſe für die Metallverwandlung 164
Theoretiſche Beweiſe 165
Empiriſche Beweiſe 166
Hiſtoriſche Beweiſe 168
Alchemiſtiſche Münzen 171
Juriſtiſche Ueberzeugung von der Metallverwandlung . . . 172
Alchemiſtiſch erlangte Reichthümer 173
Gewichtvermehrende Kraft des Steins der Weiſen 175
Mediciniſche Eigenſchaften des Steins der Weiſen 178
Sonſtige wunderbare Eigenſchaften des Steins der Weiſen . . . 182

III. Stellung und Verhältniſſe der Alchemiſten . . 184
Stellung der Alchemiſten 184
Alchemiſtiſche Geſellſchaften 188
Die Roſenkreuzer 188
Die Nürnberger alchemiſtiſche Geſellſchaft 190
Die Buccinatoren 190
Die hermetiſche Geſellſchaft 191
Verbote der Alchemie 192
Patrone der Alchemie 193
Beſtrafung entlarvter Betrüger 201

Seite

Behandlung anerkannter Adepten (Setonius, Sendivogius, Dubois, Böttcher, Sehfeld u. A.) . . . 203
Schickſale der privatiſirenden Alchemiſten . . . 213

IV. Anſichten über die Darſtellung des Steins der Weiſen 216
Die Darſtellung des Steins der Weiſen beruht auf Prädeſtination . . 216
Die Mittheilung derſelben iſt ſündhaft . . . 217
Reiſen, Verſprechungen, Zuziehung der Aſtrologie und Magie als Mittel, um ſie kennen zu lernen . . . 218
Dunkelheit der alchemiſtiſchen Schriftſteller . . . 221
Darſtellung des Steins der Weiſen . . . 224
Aufſuchung der Materia prima . . . 225
In Metallen . . . 227
Im Queckſilber . . . 227
Im Vitriol . . . 229
Im Salz . . . 230
In der Luft . . . 230
In der Erde . . . 231
In vegetabiliſchen Stoffen . . . 232
In thieriſchen Stoffen . . . 233

Anſichten der Myſtiker über Metallverwandlung . . . 234

Der Alchemie verwandte andere Beſtrebungen . . . 240
Das Alkaheſt . . . 240
Die Palingeneſie . . . 243
Der Homunculus . . . 244

V. Verfall des Glaubens an Alchemie . . . 246
Bekämpfung der Alchemie im 16. und 17. Jahrhundert . . . 247
Aufdeckung alchemiſtiſcher Betrügereien . . . 251
Letzte Vertheidigung der Alchemie . . . 253
Bekämpfung der Alchemie durch die antiphlogiſtiſche Chemie . . . 255
Die hermetiſche Geſellſchaft . . . 256
Alchemiſtiſcher Myſticismus in dem 19. Jahrhundert . . . 259
Jetziger Stand der Alchemie . . . 260

Geſchichte der Affinitätslehre und verwandter Gegenſtände.

Einleitung . . . 265

Anſichten über die Elemente . . . 267
Aelteſte Anſichten über die Elemente . . . 267
Thales', Anaximenes', Heraklit's, Anaximander's, Anaxagoras', Ariſtoteles' Anſichten . . . 268
Anſichten der Scholaſtiker . . . 270
Erſte Verſuche, die chemiſchen Elemente zu beſtimmen . . . 271
Geber's, Albertus Magnus', Raimund Lull's, Baſilius Valentinus', Paracelſus', van Helmont's Anſichten . . . 271
Begründung der neueren Anſicht über chemiſche Elemente durch Boyle 274
Kunkels', Becher's, N. Lemery's, Stahl's, Boerhave's Anſichten . . 277
Weitere Ausbildung des Begriffs eines chemiſchen Elements im 18. und 19. Jahrhundert . . . 279
Winterl's vermeintliche Elemente . . . 282
Fortbildung der Anſichten über die chemiſchen Elemente in dem 19. Jahrhundert . . . 284

Seite

Erkenntniß und Benennung der chemiſchen Verwandtſchaft 285
Einführung des Namens Verwandtſchaft 286
Begriffsbeſtimmung der Verwandtſchaft 288

Erkenntniß der verſchiedenen Stärke der Verwandtſchaft 291
Aelteſte Wahrnehmungen darüber 292
Erkenntniß der einfachen Wahlverwandtſchaft 293
Aufſtellung der Verwandtſchaftstafeln 295
St. F. Geoffroy's Verwandtſchaftstafeln 296
Erkenntniß des Einfluſſes der Wärme auf die Wahlverwandtſchaft . . 297
Bergman's Verwandtſchaftstafeln 300
Erkenntniß der doppelten Wahlverwandtſchaft 302
Erkenntniß anderer Arten der Verwandtſchaft 304
(Affinitas aggregatorum und mixtionis, affinitas appropriata, affinitas reciproca, affinitas producta, prädisponirende Wahlverwandtſchaft.)

Theorien über die Urſache der Verwandtſchaftserſcheinungen 307
Aeltere Anſichten von Boyle, Becher, N. Lemery, Stahl, Newton, Boerhave, und Buffon 307
Bergman's, Kirwan's u. A. Anſichten 312
Berthollet's Lehre 317

Dynamiſche Anſichten 324

Elektrochemismus und elektrochemiſche Verwandtſchaftstheorien 328
Erkenntniß der Reibungselektricität 328
Erkenntniß ihrer chemiſchen Wirkungen 329
Erkenntniß der galvaniſchen Elektricität 329
Erkenntniß ihrer chemiſchen Wirkungen 330
Berzelius' und Hiſinger's elektrochemiſche Arbeiten 331
H. Davy's elektrochemiſche Arbeiten 332
Elektrochemiſche Theorien von H. Davy 334
Von Schweigger 338
Von Berzelius 339

Erkenntniß des Begriffs: chemiſche Verbindung . . 342
Frühere Anſichten über Beſtandtheile und Verbindungen 342
(Geber's, van Helmont's, Glauber's, Boyle's, Boerhave's u. A. Kenntniſſe und Anſichten darüber.)
Spätere Anſichten über die Verbindungen 349
Berückſichtigung der quantitativen Zuſammenſetzung chemiſcher Verbindungen 351

Erkenntniß der ſtöchiometriſchen Geſetze 353
Erſte Erkenntniß beſtimmter Zuſammenſetzungsverhältniſſe 353
Wenzel's ſtöchiometriſche Unterſuchungen 356
Richter's ſtöchiometriſche Unterſuchungen 359
(Erſte Aequivalentgewichtstafel von Richter und Fiſcher 1810.)
Anſichten der Chemiker um 1800 über die Conſtanz der Verbindungsverhältniſſe 367
Dalton's ſtöchiometriſche Unterſuchungen 370
(Atomgewichtstafeln von Dalton 1804 und 1808, Thomſon 1810 und Wollaſton 1814.)
Unterſuchungen über die Verbindungsverhältniſſe der Gaſe 377
Berzelius' ſtöchiometriſche Unterſuchungen 379
(Atomgewichtstafeln von Berzelius 1815 und 1826.)

Atomiſtiſche Theorie 385
Anſichten der griechiſchen Philoſophen 385

Seite

Des Cartes', Boyle's, Higgin's Anſichten 386
Dalton's atomiſtiſche Theorie 388
Unterſuchungen uber die Gewichte der elementaren Atome 390

Unterſuchungen über die Auflöſungen 398

Erkenntniß des Einfluſſes der Zuſammenſetzung auf d. Eigenſchaften 402
Unterſuchungen über die Kryſtallgeſtalt der Verbindungen 402
(Cäſalpinus', Boyles', N. Lemery's, Gulielmini's, Hauy's u. A. Anſichten)
Entdeckung gleicher Kryſtallgeſtalt bei verſchiedener Zuſammenſetzung . 405
Entdeckung des Iſomorphismus 407
Entdeckung ungleicher Eigenſchaften bei gleicher Zuſammenſetzung . . 409
Entdeckung des Dimorphismus 409
Entdeckung der Iſomerie und Polymerie 410

Geſchichte der chemiſchen Nomenclatur und Zeichenlehre . 412
Geſchichte der chemiſchen Nomenclatur 412
Aelteſte chemiſche Nomenclatur 412
Bergman's Nomenclatur 415
Guyton de Morveau's und Lavoiſier's Nomenclatur 416
Widerſprüche dagegen 419
Geſchichte der chemiſchen Zeichen 421
Aelteſte chemiſche Zeichen 421
St. F. Geoffroy's Zeichen 423
Bergman's Zeichen 423
Haſſenfratz's und Adet's Zeichen 424
Dalton's Zeichen 425
Berzelius' Zeichen 426

Digitized by Google

Ueber

Namen, Begriff und Studium der Chemie.

Digitized by Google

Ueber

Namen, Begriff und Studium der Chemie.

Der hiſtoriſchen Darſtellung einzelner Zweige der Chemie und einiger ihrer wichtigſten theoretiſchen Lehren, die in dieſem Theile zu geben iſt, wollen wir hier noch einige Specialitäten voranſchicken, was den Namen, den Begriff und das Studium der Chemie angeht. Nach dem im I. Theile in Bezug hierauf allgemein Angeführten ſind wohl einige genauere Nachweiſungen darüber hier noch an der rechten Stelle, und ſie können dazu beitragen, einen deutlicheren Begriff über die Auffaſſung und die Hülfsmittel unſerer Wiſſenſchaft in den verſchiedenen Zeiten zu geben. Hinſichtlich des Studiums der Chemie will ich hier Einiges über die Art, wie man ſie früher erlernte, mittheilen, und außerdem einige hiſtoriſche Notizen über die vorzüglichſten Hülfsmittel geben, deren richtige Benutzung die Scheidekunſt weſentliche Fortſchritte machen ließ.

Chemie. Namen.

Vor Allem haben wir hier die hiſtoriſchen Angaben herzuſetzen, welche über die Entſtehung des Namens unſerer Wiſſenſchaft vorliegen. Welche Bezeichnungen noch außerdem die Chemie in den früheren Zeiten geführt hat, findet beſſer bei der ſpeciellen Geſchichte der Alchemie ſeinen Platz; hier wollen wir uns über den Urſprung des Namens unterrichten, welcher unſerer Wiſſenſchaft noch jetzt beigelegt wird.

Vor dem 4. Jahrhundert waren die chemiſchen Thatſachen in keiner Weiſe zu einem Ganzen zuſammengefaßt; es konnte ſomit auch kein gemeinſamer Name für ihre Kenntniß exiſtiren. Mit dem 4ten Jahrhundert läßt das Beſtreben, Gold und Silber zu machen, die verſchiedenen Thatſachen zu Einem Ganzen vereinigen, und nun findet ſich ſogleich auch der Name Chemie.

Der älteſte Schriftſteller, bei welchem ſich dieſer Ausdruck findet, iſt

Digitized by Google

Chemie. Namen.

Julius Maternus Firmicus, der unter der Regierung Conſtantin's des Großen und ſeiner Söhne lebte (um 340 n. Chr.). Dieſer ſchrieb eine Aſtronomie unter dem Titel Mathesis, worin er auch von dem Einfluß handelt, welchen der Stand des Mondes zu einem Planeten während der Stunde der Geburt eines Menſchen auf die Neigungen deſſelben hat. Si fuerit haec domus (wo der Mond gerade ſteht) Mercurii, ſagt er, dabit Astronomiam; si Veneris, cantilenas et laetitiam; si Martis, opus armorum et instrumentorum; si Jovis, divinum cultum scientiamque in lege; si Saturni, scientiam Alchemiae oder Chemiae, wie die verſchiedenen Handſchriften verſchieden leſen.

Hier haben wir zuerſt das Wort Chemia gebraucht, in einer Beziehung, welche wirklich das in ſich ſchließt, was wir jetzt unter chemiſcher Kenntniß verſtehen, obwohl der citirte Schriftſteller nicht ſelbſt erläutert, was er unter Chemia verſteht, ſondern es als bekannt vorausſetzt. In der ſpeciellen Geſchichte der Alchemie werden wir aber ſehen, daß zu ſeiner Zeit bereits die Metallveredlung als etwas Mögliches betrachtet und als Chemie bezeichnet wurde.

Woher ſtammt nun der Name Chemie und was bedeutet er eigentlich?

Sehr getheilt waren darüber von jeher die Anſichten, und dies wurde vorzüglich dadurch unterſtützt, daß ſeit langer Zeit zwei Bezeichnungen, Chemie und Chymie, exiſtiren, welche verſchiedene Deutungen ihres Urſprungs zulaſſen.

Ich werde nachher den Beweis zu führen ſuchen, daß der Ausdruck Chemia der ältere, Chymia der jüngere iſt. Die Abſtammung des erſteren Worts wird mit dem meiſten Recht darauf bezogen, daß es den Urſprung der Kunſt angebe, welcher es den Namen giebt.

Im höchſten Grade wahrſcheinlich iſt es, daß der erſte Verſuch, die chemiſchen Thatſachen zur Löſung Einer Aufgabe zuſammenzufaſſen, in Aegypten gemacht wurde. Wahrſcheinlichkeit hat es auch, daß die Kunſt, welche aus dieſem Verſuche hervorging, nach dem Lande benannt wurde, von wo ſie ausging. Sicher iſt wenigſtens, daß der Namen, womit am früheſten die alchemiſtiſchen Beſtrebungen bezeichnet wurden, identiſch iſt mit dem alten Namen Aegyptens, mit welchem dann die Prieſter dieſes Landes ihre geheimnißvolle Naturlehre belegten. Nach Plutarch's (um 100 n. Chr.) Zeugniß hieß früher Aegypten *Χημία*; nach Zoſimus (um 400) wurde die ganze geheime Wiſſenſchaft, welche den Menſchen durch Mitthei-

lung höherer Weſen zukam, worunter auch die Kunſt, Gold und Silber zu machen, χημᾶ genannt. Chemie. Namen.

Griechiſche Schriftſteller ſind es überhaupt, welche zuerſt dieſen Ausdruck in der Bedeutung für ſcheidekünſtleriſche Kenntniſſe brauchen; und es entſcheidet dies, welche von beiden Schreibarten, χημία oder χυμία, die ältere iſt, welche die ſpäter erſt entſtandene, und für welche alſo eine Deutung verſucht werden muß.

Bei den meiſten dieſer Schriftſteller wird ſtets der Ausdruck χημία gebraucht. Zoſimus braucht ihn öfters; auch bewahrt man Handſchriften eines beſondern von ihm verfaßten Werkes, das den Titel führt: περὶ τῆς χημείας. Die folgenden Griechen brauchen auch ſtets den Ausdruck χημεία, nicht χυμεία; häufig indeß wurde dieſe Bezeichnung gerade nicht gebraucht, die anderen Namen für Alchemie, ἅγια τέχνη (heilige Kunſt), χρυσοποιΐα (Goldmacherkunſt), waren die gebräuchlicheren.

Alle griechiſchen Schriftſteller in Einer Reihenfolge alſo haben den Ausdruck χημία oder χημεία; dieſe wußten ſicher am beſten, wie der Ausdruck zu ſchreiben war, und wir haben in dieſer Form, nicht in χυμία, die Deutung zu ſuchen. Die natürlichſte ſcheint mir die, welche bereits die Alten uns angezeigt haben, nämlich unter χημία die Kunſt des Landes Χημία, die ägyptiſche Kunſt, zu verſtehen.

In ſpäterer Zeit wird die Zuſammenfaſſung ſcheidekünſtleriſcher Kenntniſſe nicht mehr als Chemia, ſondern als Chymia bezeichnet. Dies hat Einige veranlaßt, die eigentliche Bedeutung des Namens unſerer Wiſſenſchaft in anderer Weiſe zu erklären.

So leitete man ihn von χυμός, Flüſſigkeit, Saft, ab und glaubte damit die Kunſt bezeichnet, mit Auflöſungen zu experimentiren. Dieſes Wort hat gleichen Stamm mit χέω, ausgießen, auch flüſſig machen, ſchmelzen. Man glaubte darin die erſten chemiſchen Operationen ſehen zu müſſen, und behauptete, χυμεία oder χυμία ſei die älteſte Form des Namens unſerer Wiſſenſchaft.

Es erklärt ſich aber nicht daraus, weßhalb alle Griechen, wo von alchemiſtiſchen Beſtrebungen die Rede iſt, den Ausdruck χημεία brauchen, es erklärt ſich nicht der Uebergang von χυμεία in χημεία. Das Umgekehrte läßt ſich aber leicht erklären.

Man hat zur Stütze jener Anſicht Eine Stelle aus einem der früheren griechiſchen Schriftſteller herbeigezogen. Alexander von Aphrodiſia in

Digitized by Google

Chemie. Namen. Carien (der zu Ende des 2. und im Anfange des 3. Jahrhunderts n. Chr. lebte), ein berühmter Commentator des Ariſtoteles, handelt, wo er von dem Schmelzen der Metalle ſpricht, auch beſonders διὰ χυικῶν ὀργάνων, über Geräthſchaften zum Schmelzen. So lange aber nicht nachgewieſen wird, daß dieſe Stelle (das Werk iſt in der Originalſprache nur handſchriftlich vorhanden) wirklich über alchemiſtiſche Beſtrebungen ſpricht, und nicht nur über das Schmelzen an und für ſich, beweiſ't dieſe Stelle nichts.

Andererſeits läßt es ſich ungezwungen einſehen, wie aus χημεία die Schreibweiſe χυμεία werden konnte. Die Araber nahmen von den Alexandrinern mit der Richtung, an der Metallveredlung zu arbeiten, auch die Bezeichnung dafür auf; ſie ſetzten dem Worte ihren Artikel vor; aus Chemie wurde Alchemie.

Nach dem größten Theile von Europa kam die Alchemie durch Ueberlieferung von den Arabern her. Es iſt bekannt, daß in dieſer Sprache die Vocale nicht durch Buchſtaben, ſondern nur durch Punkte, oft gar nicht, bezeichnet werden. Die Abendländer hatten ſomit gerade ſo viel Urſache, aus den arabiſchen Schriften Alchemie als Alchymie herauszuleſen.

Das Letztere zu thun, von der alten richtigen Schreibart zu einer falſchen Sprechweiſe und dadurch wieder zu einer falſchen Schreibart überzugehen, bot ſich weiter noch Anlaß durch die Art, wie die Griechen das η damals ausſprachen, als das Studium alchemiſtiſcher Werke allgemeiner und in lateiniſcher Sprache über dieſen Gegenſtand geſchrieben wurde. Die lateiniſchen Schriftſteller ſchrieben dann ſo, wie ſie die Griechen das geſchriebene χημία leſen hörten; von den neueren Griechen wird dies Chimia ausgeſprochen.

So Vieles über den Namen Chemie. Wir übergehen die Menge von Deutungen, welche die Alchemiſten in dem Namen ihrer Kunſt geſucht haben; des Quercetanus Behauptung, daß er aus ἅλς und χημεία zuſammengeſetzt ſei, weil in den Salzen das große Geheimniß der Metallveredlung ſtecke, wie die Träumereien Anderer, daß er von Cham oder Chanaan, dem Erfinder der Kunſt, komme, lehren uns nichts Bemerkenswerthes.
Begriff. Ueber den Begriff der Chemie dürften indeß hier noch einige Angaben von Intereſſe ſein.

Es wäre ermüdend, alle die Definitionen aufzunehmen, welche aus der

Chemie. Begriff.

Zeit, wo die Chemie falſchen Zwecken nachſtrebte, auf uns gekommen ſind. Für das Zeitalter der Alchemie iſt die Begriffsbeſtimmung die bündigſte, welche Suidas (um 1100) in ſeinem Lexicon giebt: χημεία· ἡ τοῦ ἀργύρου καὶ χρυσοῦ κατασκευή — Chemie: die (künſtliche) Zubereitung oder Darſtellung von Silber und Gold. Hier tritt der Unterſchied zwiſchen ſynthetiſcher und analytiſcher Chemie noch nicht hervor, obgleich man ſchon in dieſem Zeitalter die Chemie nach dieſen beiden Richtungen als ſpagiriſche Kunſt (vergl. in der ſpeciellen Geſchichte der Alchemie ihre verſchiedenen Namen) bezeichnete.

In dem Zeitalter der mediciniſchen Chemie ſind die Definitionen für Chemie weniger ſcharf, eine nothwendige Folge der Verſchmelzung der Chemie mit der Medicin, bei welcher die erſtere nicht ſelbſtſtändig erfaßt werden konnte. Aus dieſer Zeit führe ich hier nur die Begriffsbeſtimmung an, welche Libavius in ſeiner Alchemia giebt, weil dieſes Werk überhaupt für die richtige Behandlung der Chemie ſo viel genützt hat. Alchemia, ſagt er, est ars perficiendi magisteria (chemiſche Präparate) et essentias puras e mistis, separato corpore, extrahendi. Hier haben wir ſchon die Unterſcheidung in ſynthetiſche und analytiſche Chemie angedeutet.

Als eine beſondere Unterabtheilung der Alchymie betrachtet Libavius die Chymie (ſiehe unten bei den Lehrbüchern) und bezeichnet die letztere als die Lehre de speciebus Chymicis (chemiſch eigenthümlichen Subſtanzen) conficiendis, als den hauptſächlichſten Theil der Alchymie alſo.

Wie aber die Chemie damals noch von Vielen aufgefaßt wurde und welchen wiſſenſchaftlichen Werth man ihren Operationen beilegte, zeigt nichts beſſer, als was der gelehrte Pariſer Profeſſor Riolanus in der Anklageſchrift gegen die mediciniſche Chemie ausſpricht, auf welche hin die Pariſer Facultät (1603) das Verbot der Anwendung chemiſcher Präparate als Arzneien um ſo ſtrenger aufrecht hielt. Die Motive der Verdammung ſind hier ſehr zahlreich, wir heben nur den Punkt hervor: Alchymia non est ars: quia universa consistit in praeparatione remediorum. Gegen einen ſolchen Beweis läßt ſich nichts einwenden, und Riolan hätte nicht nöthig gehabt, des Weitern noch zu zeigen, daß die ganze Chemie, und die mediciniſche namentlich, eine Erfindung des Teufels ſei.

Gehen wir von dieſen falſchen Auffaſſungen der Chemie über zu den richtigeren Begriffsbeſtimmungen, welche ſich von der Mitte des 17. Jahrhunderts an finden. Lemery definirt in ſeinem Cours de Chymie fol-

Digitized by Google

Chemie. Begriff. gendermaßen: La chymie est un art, qui enseigne à séparer les différentes substances qui se rencontrent daus un mixte, betrachtet alſo die Chemie als Scheidekunſt im engeren Sinne. Stahl (nach ſeinen Fundamenta Chymiae dogmaticae et experimentalis) erklärt ſie als die Kunſt, zuſammengeſetzte Körper in ihre Beſtandtheile zu zerlegen und aus den Beſtandtheilen die Verbindungen wieder hervorzubringen. Weitſchweifig iſt Boerhave's Definition (in den Elementa Chemiae): Chemia est ars docens exercere certas physicas operationes, quibus corpora sensibus patula, vel patefacienda, vasis capienda, mutentur, per propria instrumenta: ut definiti, et singulares, quidem effectus producti innotescant, horumque causae ipsa per effecta pateant; in varios diversarum artium usus.

So ſprach ſich ſchon damals die Anſicht über den Zweck der Chemie aus, die ſich ſeit der Mitte des 17. Jahrhunderts nicht weſentlich geändert hat; und alle Angaben der Späteren gehen auf denſelben Sinn hinaus, wenn ſie auch im Wortlaut ſtark von einander abweichen. So findet man bei Bergman die Chemie definirt als die Wiſſenſchaft, welche die Beſtandtheile der Körper unterſucht, mit Rückſicht auf ihre Natur, ihre Verhältniſſe und die Art, wie ſie verbunden ſind; bei Macquer als die Wiſſenſchaft, die uns mit der Natur und den Eigenſchaften aller Körper durch die Zerlegung und Verbindung derſelben (Analyſe und Syntheſe) bekannt macht. Solche Definitionen kommen den heutigen ſo nahe, daß wir von noch neueren keine mehr anzuführen brauchen.

Studium. Gehen wir nun zu der Beantwortung der Frage über: in welcher Weiſe konnte man in den verſchiedenen Zeiten ſich die ſo verſchiedenartig aufgefaßte Chemie zu eigen machen? wie wechſelt namentlich die Einrichtung der chemiſchen Lehrbücher in den verſchiedenen Perioden unſerer Wiſſenſchaft?

Lehrbücher der Chemie. Die Werke, welche während des Zeitalters der Alchemie als die Quellen angeſehen werden können, aus welchen die Wißbegierigen der damaligen Zeit ſich chemiſche Kenntniſſe erwerben konnten, geſtatten meiſt keine Berichterſtattung über die Art ihrer Anordnung. Ihr Charakter iſt von dem eines Lehrbuchs weit entfernt; viele davon, und die beſten, ſind monographiſch gehalten, aber in den größeren Schriften wird nur ſelten ein chemiſcher Gegenſtand in einer gewiſſen Vollſtändigkeit zuſammenhängend abge-

handelt, ſondern die Notizen darüber werden ganz zerſtreut mitgetheilt; ſehr wenige nur laſſen ſich entfernt mit unſeren jetzigen Compendien vergleichen, und für eins derſelben mögen einige Angaben hier ihre Stelle finden. Chemie. Lehrbücher.

Als eins der ſchulgerechter und in beſſerer Ordnung als alle übrigen Schriften dieſes Zeitalters abgefaßten Werke können wir des G. Ripley um 1471 geſchriebenes Compound of Alchymie betrachten. Die ganze chemiſche Wiſſenſchaft zerfällt nach ihm in zwölf Abſchnitte, die er ſonſt auch noch die zwölf Thore nennt, durch welche man Zutritt zu dem Geheimniß der Metallveredlung erhält (dieſe Abtheilung nach der Zahl zwölf war damals beliebt; Baſilius Valentinus theilt ſeinen Tractat von dem großen Stein der uralten Weiſen, an das Gleichniß des Ripley erinnernd, in zwölf Schlüſſel). Dieſe zwölf Abſchnitte lernen wir genügend aus der Vorrede kennen, wie ſie Ripley ſelbſt ſeinem Compendium vorgeſetzt hat. Ripley.

But into Chapters thys Treatis I shall devyde,
In numbre twelve, with dew recapytulatyon;
Superfluous rehearsalls I lay asyde,
Intendyng only to give trew informatyon
Both of the theoryke aud practycall operatyon:
That by my wrytyng who so wyll guyded be,
Of hys intente perfyctly speed shall he.
The fyrst chapter shall be of natural Calcination;
The second of Dyssolution, secret and phylosophycall;
The third of our elementall Separation;
The fourth of Conjunction matrimonial;
The fyfth of Putrefaction then followe shall:
Of Congelation Albyficative shall be the sixt,
Then of Cybation, the seaventh shall follow next.
The secret of our Sublymation the eyght shall show;
The nynth shall be of Fermentatyon;
The tenth of our Exaltation I trow.
The elevent of our mervelose Multiplycatyon,
The twelfth of Projection; then Recapitulatyon,
And so this treatise shall take an end,
By the help of God, as I entend.

Chemie. Lehrbücher. Ripley.

Thus here the Tract of Alchemie doth end;
Which tract was by George Ripley, Chanon, penn'd.
It was composed, writt and signed his owne,
In anno twice seaven hundred seaventy-one.
Reader, assist him, make it thy desire,
That after life he may have gentle fire! — AMEN.

Gehen wir weiter vorwärts, ſo finden wir in dem Zeitalter der medicinischen Chemie ſchon beſſere Schriften, wodurch die Erwerbung chemiſcher Kenntniſſe möglich gemacht war. So weit dieſe auf metallurgiſche Agricola. Proceſſe gehen, boten Agricola's Libri XII de re metallica (1546) gute Anleitung. Die Anlage dieſes Werkes iſt folgende: In den erſten ſechs Büchern berichtet er über den Bergbau und das Schmelzweſen im Allgemeinen, die ſpäteren erſt haben für die chemiſche Metallurgie Intereſſe. Hier handelt er im ſiebenten Buche über die Probirkunſt, über die dazu nöthigen Geräthſchaften, die nöthige Vorbereitung der Erze, die zu wählenden Flüſſe und endlich über die Prüfung der Erze (auf trocknem Wege), je nach den verſchiedenen Metallen, deren Gehalt im Erz man beſtimmen will. Im achten Buch wird die Zubereitung der Erze gelehrt, wo für die Chemie die Beſchreibung des Röſtens wie auch des Schwefelabtreibens von Intereſſe iſt; im neunten werden die Schmelzöfen beſchrieben und die Gewinnung des Queckſilbers, Antimons und Wismuths aus ihren Erzen; im zehnten wird die Scheidung der edlen Metalle von einander gelehrt; im elften das Ausſaigern der edlen Metalle durch Blei und die Garmachung des Kupfers; im zwölften endlich die Bereitung der im Großen darzuſtellenden Salze, die Reinigung des Schwefels und die Glasbereitung (vergl. I., 105 f.).

Auch die Darſtellung chemiſcher Präparate für die Pharmacie wurde damals durch die Abfaſſung von Pharmacopöen erleichtert, und dieſe Werke hauptſächlich waren damals die pharmaceutiſch-chemiſchen Lehrbücher. Des Valerius Cordus Dispensatorium pharmacorum omnium (1535), welches auf Verlangen des Nürnberger Raths abgefaßt worden war, ſtand in dieſer Beziehung lange in Anſehen, obgleich verhältnißmäßig nur wenig chemiſche Präparate darin angeführt waren, da Cordus die einfachen Galeniſchen Mittel vorzog.

Beeilen wir uns aber, zu dem erſten Werke überzugehen, welches wirk-

lich als Lehrbuch der geſammten Chemie ſeiner Zeit gelten konnte. Es iſt dies des Libavius Alchymia (1595); ihre Einrichtung iſt folgende: Chemie. Lehrbücher. Libavius.

Seine Alchemie zerfällt in zwei Theile; der erſte, die Encheria (ἐγχείρησις, die manuelle Behandlungsweiſe), beſchreibt die chemiſchen Operationen im Allgemeinen, welche zur Ausführung der chemiſchen Aufgaben nöthig ſind; der zweite, die Chymia, ſoll lehren, die chemiſch eigenthümlichen Subſtanzen darzuſtellen.

Die Encheria zerfällt wieder in die Ergalia, die Lehre von den chemiſchen Geräthſchaften, und in die Pyronomia, die Lehre von der Anwendung und der Regulirung des Feuers.

Auf dieſe beiden Lehren geſtützt, führt die Encheria ihre Operationen aus. Dieſe Operationen theilen ſich in die Elaboratio, das iſt die Veränderung der Materie in ihrer äußeren Geſtalt (durch die Auflöſung, die Schmelzung, die Präcipitation, Deſtillation u. ſ. w.) und in die Exaltatio, welche Libavius als die Beilegung höherer Wirkſamkeit an eine Subſtanz definirt, und in eine Maturatio und eine Gradatio zerfallen läßt.

Eine Menge Unterabtheilungen kommen hier noch vor; bei der Beſprechung aller dieſer Operationen macht er den Leſer mit den chemiſchen Geräthſchaften und Handgriffen vertraut; dann geht er zum II. Theil über.

Hier, in der Chymia, lehrt er die species chymicas darſtellen; und da dieſe einfache oder zuſammengeſetzte ſein können, ſo giebt dies den Grund zur Unterabtheilung des II. Theils. Die einfachen Species zerfallen in Magiſterien und Extracte; er beſpricht die Bereitung der Magiſterien, wo er z. B. die Darſtellung von trinkbarem Gold, Silber und anderen Metallen (Auflöſungen derſelben), von den pulverförmigen Magiſterien (Metalle fein zu zertheilen), von den Präcipitaten, von den Metallkalken u. ſ. w. lehrt. Er unterſcheidet noch viele Arten von Magiſterien in Hinſicht ihrer Wirkung, in Hinſicht auf den Geruch, Geſchmack u. ſ. w.; ich kann ſie hier nicht alle anführen.

Die Lehre von den Extracten faßt in ſich die Darſtellung der Eſſenzen, Säfte, Arcana, der ſog. (officinellen) Waſſer, der Alkalien, Kryſtalle, Vitriole, der Turpethe u. ſ. w.

Die zuſammengeſetzten Species ſind die Elixire (dahin gehört z. B. Terpenthinöl, worin Schwefel gelöſ't iſt, und überhaupt die aus verſchiedenen Subſtanzen zuſammengeſetzten chemiſchen Arzneien) und die mehrfachen Arten von Clyssus[1]),

---

[1]) Die Bedeutung des Wortes Clyssus iſt ſehr unbeſtimmt. Libavius' Anſicht

Chemie. Lehrbücher. Libavius.

welche er definirt, als Zuſammenſetzungen verſchiedener Arten derſelben Subſtanz.

Das Vorſtehende zeigt, daß Libavius nur praktiſche Chemie in ſeinem Lehrbuche behandelt; theoretiſche Betrachtungen finden ſich nicht darin. Ein ſyſtematiſches Ganzes ſucht er herzuſtellen durch die Claſſification der Operationen, in der Weiſe, wie es der obige Ueberblick einigermaßen kennen lehrt.

Die Lehrbücher, welche zunächſt als die beſten betrachtet wurden, waren Beguin's [1]) Tirocinium chemicum (1608), was aber vorzugsweiſe die mediciniſche Chemie enthält, dann Le Fèvre's [2]) Traité de chymie (1660), der beſonders der Ausbreitung der Chemie genützt hat, Glaſer's [3]) gleichnamige Schrift (1663), und Ettmüller's [4]) Chemia experimentalis atque rationalis curioſa (1684). Alle dieſe übertraf N. Lemery's

---

darüber geht dahin, daß er z. B. Wein und Weinſtein als verſchiedene Arten derſelben Subſtanz betrachtet, aber auch das Laugenſalz aus dem Weinſtein. Löſt man dieſes Laugenſalz in Wein, ſo iſt die Verbindung ein Clyssus. Ebenſo die Miſchung von Wein mit Eſſig, der aus Wein entſtanden iſt, u. a. — Später verſteht man unter Clyssus etwas ganz Anderes, nämlich die Dünſte, welche bei Verpuffung einer Subſtanz aufſteigen und ſich ſammeln laſſen; unter Salpeterclyſſus das flüchtige Product, welches bei Verpuffung des Salpeters mit Kohle erhalten werden ſoll, unter Schwefelclyſſus das der Verpuffung des Schwefels mit Salpeter u. ſ. w. In Bezug hierauf erklärt man auch die Etymologie des Wortes, und leitet es von κλύζειν, plätſchern, ein Geräuſch machen, ab.

[1]) Johann Beguin, Almoſenier Ludwig's des XIII. von Frankreich, beſchäftigte ſich viel mit Chemie und Bergbauwiſſenſchaft; um die letztere zu ſtudiren, durchreiſete er Italien, Deutſchland und Ungarn. Näheres über ſeine Lebensverhältniſſe iſt nicht bekannt.

[2]) Nicolas Lefebvre oder Le Fèvre, wie er verſchiedenartig geſchrieben wird, war auf der proteſtantiſchen Akademie zu Sedan gebildet. Er wurde Demonſtrateur an dem Jardin des Plantes, welche Stelle er bis 1664 ungefähr bekleidete, zu welcher Zeit er einem Rufe nach London folgte.

[3]) Chriſtoph Glaſer, aus Baſel gebürtig, wurde 1664 an Lefebvre's Stelle als Demonſtrateur der Chemie am Jardin des Plantes berufen; er war außerdem noch Apotheker des Königs. Er wurde in den Brinvilliers'ſchen Proceß mit hineingezogen, verlor dadurch ſeine Stelle und verließ Frankreich.

[4]) Michael Ettmüller war geboren zu Leipzig 1644; er ſtudirte hier Medicin und durchreiſete dann Italien, Frankreich und England. Nach ſeiner Rückkehr wurde er Profeſſor der Medicin an der Leipziger Univerſität. Er ſtarb 1715.

Cours de Chymie (1675), welchem man ſo viel Autorität beilegte, daß wir hier einen Augenblick dabei verweilen müſſen. Chemie. Lehrbücher. Lemery.

Dieſes Werk zerfällt, nach einer Einleitung, worin über die chemiſchen Grundſtoffe im Allgemeinen (vergl. Elemente) und über die Geräthſchaften, Manipulationen und Kunſtausdrücke gehandelt wird, in drei Theile.

I. Theil. Von den mineraliſchen Stoffen. Beſchreibung der Metalle, ihrer Darſtellung, und der Bereitung der Präparate, welche ſich aus ihnen hervorbringen laſſen; in derſelben Weiſe handelt er noch über den Kalk, den Kieſel, den Blutſtein, die Korallen, das Kochſalz, den Salpeter, den Salmiak, den Vitriol, den Alaun, den Schwefel, den Bernſtein und den Amber.

II. Theil. Von den vegetabiliſchen Stoffen. Es werden die officinellen Präparate aus den verſchiedenen Pflanzen abgehandelt, ebenſo ſpricht er hier über den Wein und Weingeiſt, den Eſſig, den Weinſtein und die Kaliſalze.

III. Theil. Von den animaliſchen Stoffen. Hier iſt nur die Rede von den Vipern und ihrer Deſtillation, vom Urinſalz, vom Honig und vom Wachs.

Lemery giebt für verſchiedene Operationen ſchon theoretiſche Erklärungen; in der Geſchichte der Lehre von der Verwandtſchaft werde ich darüber berichten.

Ein anderes Lehrbuch, welches damals noch viele Leſer und vielen Beifall fand, war Barner's [1]) Chymia philosophica (1689); es war dies ganz im Geiſt der iatrochemiſchen Theorie geſchrieben und alle Erklärungen auf den Gegenſatz der Säuren und Alkalien gegründet; doch ſuchte es die Chemie als eine Wiſſenſchaft, nicht bloß als eine Kunſt, hinzuſtellen und verdient deßhalb hier Erwähnung. Noch viele ſolcher Compendien ließen ſich hier namhaft machen, wir gehen indeß gleich über zu der Betrachtung derjenigen Werke, welche im Anfang des 18. Jahrhunderts vorzugsweiſe Anleitung zum Studium der Chemie abgaben, und zwar wollen wir hier zuerſt Boerhave's Elementa Chemiae genauer beſprechen,

---

[1]) Jacob Barner, geboren zu Elbing 1641, ſtudirte zu Leipzig die Heilkunde. Er wurde Phyſikus in ſeiner Vaterſtadt, ſpäter Leibarzt des Königs von Polen, und ſtarb 1709.

Chemie. Lehrbücher. Boerhave.

ſodann über die Einrichtung der Lehrbücher nach Stahl's Anſichten berichten.

Der Inhalt von Boerhave's Elementa Chemiae (1732) iſt ſo umfaſſend, daß nur verhältnißmäßig kurze Andeutungen über denſelben mir hier geſtattet ſind. — Das Werk zerfällt in zwei Theile; der erſte enthält die Theoria artis, der zweite die Operationes artis.

In der theoretiſchen Chemie beſpricht Boerhave zuerſt den Zweck des Gegenſtandes; er will aus guten Beobachtungen allgemeine Wahrheiten ableiten, welche die einzelnen Erſcheinungen in ſich faſſen. Sodann giebt er einen Ueberblick über die Geſchichte der Wiſſenſchaft.

Dann wendet er ſich zu der Ausführung ſeines Vorſatzes, und macht hier zuerſt mit den Subſtanzen vertraut, welche für die chemiſchen Unterſuchungen in Betracht kommen. Er theilt ſie wieder in mineraliſche, vegetabiliſche und animaliſche, und geht ſie raſch durch, die erſteren am weitläufigſten, und zwar nach folgender Ordnung: die Metalle, die Salze, den Schwefel, die Steine, die Halbmetalle. Dann ſpricht er von dem Nutzen der Chemie für die Medicin und für die Künſte. Jetzt kommt die eigentliche theoretiſche Chemie; zuerſt ſeine klaſſiſche Zuſammenſtellung über das Feuer (die Wärmelehre). Er berichtet über die Wirkungen des Feuers oder vielmehr über die Erſcheinungen, welche ſeine Wirkſamkeit erkennen laſſen, und nennt als ſolche: Wärme, Licht, Farbe, Ausdehnung, Veränderung der Materie (Verbrennung oder Schmelzung). Er geht dieſe verſchiedenen Erſcheinungen durch, und erläutert ſie durch zweckmäßige Verſuche; die Lehre von der Ausdehnung iſt namentlich vortrefflich dargeſtellt, der Gebrauch des Thermometers darin erläutert und ſeine Wichtigkeit für die Chemie gezeigt. Dann handelt er über die Entſtehung der Wärme durch Reibung, Stoß, durch die Sonnenſtrahlen. Er kommt nun auf den Nahrungsſtoff des Feuers (die Verbrennlichkeit im Allgemeinen). Die Erzeugung von Wärme beſpricht er weiter, inſofern ſie durch Miſchung von Flüſſigkeiten hervorgebracht wird; er zeigt zugleich, daß durch Auflöſung der Salze in Waſſer Kälte entſteht. Weiter wird von den Körpern gehandelt, welche durch bloße Berührung mit der Luft Wärme entwickeln, wie der Phosphor und der Pyrophor. Endlich noch von der Einwirkung des Feuers, ſofern es zerſetzt und verbindet. In einem andern Abſchnitt handelt er die Lehre von der Luft ab, die Eigenſchaften dieſes Körpers, die Beimengungen (Waſſer, Wolken, Dünſte), die Entſtehung von Luft (hier Gas überhaupt) durch Gäh-

Chemie. Lehrbücher. Boerhave.

rung, Fäulniß, chemiſche Einwirkung verſchiedener Subſtanzen auf einander, das Vorhandenſein von Luft in Flüſſigkeiten und ihre Austreibung durch Sieden, durch Gefrieren oder durch Auflöſen von Salzen. Der nächſte Abſchnitt bringt die Lehre vom Waſſer, ſeinen phyſikaliſchen Eigenſchaften, ſeiner auflöſenden Kraft, ſeiner Anweſenheit in den verſchiedenartigſten Subſtanzen, welche namentlich durch die Verbrennung erkannt werde. Es folgt der Abſchnitt über die Erde; in ähnlicher Weiſe bearbeitet, aber weniger richtige Reſultate zum Vorſchein bringend. Nun aber kommt die wichtigſte chemiſche Theorie, das Kapitel über die Auflöſungsmittel (Menstrua), unter welchem er die Lehre von der Verwandtſchaft begreift. Menstruum nennt er nämlich jeden Körper, der auf einen andern chemiſche Verwandtſchaft ausüben, ihn in chemiſche Verbindung bringen kann; es giebt alſo feſte wie auch flüſſige Menstrua. Er beſpricht die Art ihrer Wirkung auf einander, daß ſie den beiden ſich vereinigenden Körpern gemeinſam zuſteht, durch Wärme angeregt wird u. ſ. w., daß in der chemiſchen Verbindung die Beſtandtheile ungeändert bleiben. Er unterſcheidet die mechaniſche Zertheilung eines Körpers von der chemiſchen, welche er bei dem Eingehen in eine Verbindung erleidet, und giebt die Erklärung der Verwandtſchaftserſcheinungen, eine nur mechaniſch wirkende Urſache als ungenügend anſehend. Dann geht er die einzelnen Subſtanzen durch und beſpricht ihre Verwandtſchaft zu anderen; hier giebt er die theoretiſche Chemie für die einzelnen Subſtanzen, die wichtigſten nach ihren Eigenſchaften charakteriſirend und vorzüglich hervorhebend, inwiefern ſie ſich mit anderen zu vereinigen vermögen. — Ein Abſchnitt über die chemiſchen Geräthſchaften macht den Schluß des theoretiſchen Theils ſeines Lehrbuchs.

Der II. Theil enthält die chemiſchen Operationen; er ſtellt dieſe beſonders zuſammen, um nicht in der theoretiſchen Chemie durch Anführung aller der Proceſſe, welche ein Chemiker kennen muß, den Ueberblick zu verlieren. Viele chemiſche, viele pharmaceutiſche Proceſſe (227 in Allem) ſind hier genau beſchrieben, und zugleich die Eigenſchaften und die Anwendung der Präparate angeführt.

Bei dieſer Zuſammenſtellung konnte es natürlich für uns nur Zweck ſein, über die Art der Anordnung, nicht über die Reichhaltigkeit des Inhalts, einen Begriff zu geben. Die Trennung der theoretiſchen Chemie von der Beſchreibung der Operationen, in welch letzteren z. B. noch für Libavius die ganze Wiſſenſchaft beſtanden hatte, wird von den chemiſchen Schriftſtellern

Chemie. Lehrbücher. Stahl.

zu Boerhave's Zeit allgemein faſt ſchon angenommen. Stahl befolgt in ſeinen Vorleſungen eine gleiche Eintheilung; wir wollen ſeine Art, die Wiſſenſchaft vorzutragen, aus einer ſchnellen Analyſe der Fundamenta Chemiae dogmaticae et rationalis kennen lernen.

Bei ſeiner Eintheilung in theoretiſche und praktiſche Chemie haben wir hier nur den Gang zu betrachten, den er für die Entwicklung der erſteren einſchlägt.

Nach der Definition der Chemie kommt die Unterſcheidung von Elementen und Verbindungen, dann eine Betrachtung über die Verſchiedenheit der chemiſchen Operationen, je nachdem ſie zerſtören oder ſchaffen, und die Beſchreibung des chemiſchen Apparates.

Er lehrt nun die wichtigſten chemiſchen Subſtanzen kennen, und beginnt mit den Salzen; dieſen fügt er bei, als zuſammengeſetztere, den Zucker, Weinſtein, Kalk u. ſ. w. — Dann geht er über zum Schwefel, Zinnober, Antimon, den Harzen und Oelen. Es folgt die Beſchreibung der Metalle. Hiermit ſchließt ſich der erſte Abſchnitt; anhangsweiſe ſpricht er von dem Mercur (im alchemiſtiſchen Sinne genommen), dem Steine der Weiſen und der Univerſalmedicin.

Im zweiten Abſchnitte wird über den Unterſchied der feſten und flüſſigen Körper gehandelt, über Auflöſung und Verbindung, über die Wirkungen der Wärme, Sieden, Verflüchtigen, Schmelzen, Verkalken und Verbrennen u. ſ. w. Dann nochmals über die Salze, in Rückſicht auf ihre Entſtehung und Verwandlung, über den Schwefel und die Verbrennlichkeit, über die Natur des Phosphors, der Metalle und Mineralien. Für alle Körper giebt er hier Definitionen (die Säuren ſind unter den Salzen abgehandelt). Weiter wird die Reduction der Metallkalke gelehrt. — Sodann handelt er über Feuer, Waſſer, Luft und Erde als chemiſche Agentien, und bringt nochmals verſchiedene ſchon früher berührte Gegenſtände zur Sprache.

Im dritten Abſchnitt handelt er die Lehre von der Gährung, die Lehre von den Salzen und die Lehre von der Verbrennung vollſtändiger ab; in der letzteren wird die Phlogiſtontheorie entwickelt.

Das hier Mitgetheilte genügt, um in dieſem Werk eine weit ungenügendere Anordnung zu erkennen, als welche Boerhave ſeinem Lehrbuche zum Grunde gelegt hatte. Freilich ſind auch die Fundamenta, ſo wenig als irgend ein anderes unter Stahl's Namen erſchienenes vollſtändigeres Compendium, von ihm ſelbſt für den Druck ausgearbeitet worden; doch aber

Digitized by Google

ſtützt es ſich auf ſeine Vorleſungen, und galt ſeiner Zeit für eins der vorzüglichſten Hülfsmittel der Wiſſenſchaft, weßhalb wir es hier beſprechen mußten. Chemie. Lehrbücher.

Stahl's Schüler ſuchten die Theorie ihres Lehrers in mehr Verband noch mit den Einzelnheiten der Chemie zu bringen, beſonders auch eine beſſere Ordnung in ihren Lehrbüchern zu wahren, und die theoretiſchen Anſichten nicht mehr an Einem Orte nur vorzutragen, ſondern die ſich darauf gründenden Erklärungen überall einzuſtreuen. Bei der großen Zahl von Lehrbüchern, welche übrigens damals herausgegeben wurden, läßt ſich hier auf eine ſpeciellere Darlegung ihres Inhalts nicht mehr eingehen. Im Allgemeinen nur mag bemerkt werden, daß die fortgeſetzten Arbeiten über die Affinität, und namentlich die bald folgenden Unterſuchungen Bergman's, dem allgemeinen Theile der theoretiſchen Chemie die Geſtaltung ungefähr gaben, welche ſich ſeitdem erhalten hat; die Trennung der Chemie in die der mineralogiſchen Subſtanzen einerſeits und die der vegetabiliſchen und animaliſchen andrerſeits wurde ſpäter in der Unterſcheidung der organiſchen und unorganiſchen Chemie feſter beſtimmt (vergl. die ſpecielle Geſchichte der organiſchen Chemie).

Mit der Anerkennung der antiphlogiſtiſchen Theorie wurde auch die Ordnung, in welcher die Lehrbücher unſerer Wiſſenſchaft geſchrieben waren, eine andere. Die vorzüglicheren Lehrbücher der antiphlogiſtiſchen Chemie aus der früheren Zeit befolgen ungefähr die Ordnung, daß ſie nach einer Einleitung, welche die Affinitätserſcheinungen vorläufig kennen lehrt, die einfachen Stoffe zuerſt vornehmen, und die Verbindungen dieſer unter einander, alſo namentlich den Verkalkungs- und Verbrennungsproceß, erörtern. Mehrere trennten von den einfachen Stoffen als unzerlegte die Laugenſalze, Erden und Metalle, und handelten dieſe beſonders ab. Dann kam die Chemie der zuſammengeſetzteren Stoffe an die Reihe, die Salze, die organiſchen Subſtanzen; und ein Ueberblick über die chemiſchen Operationen und Geräthſchaften ſchloß das Ganze. So war die Anordnung vieler Lehrbücher aus dem letzten Decennium des vorigen Jahrhunderts, welchen Lavoiſier's Éléments de Chimie als Vorbild dienten.

Viele der wichtigeren Lehrbücher aus der letzten Zeit der Phlogiſtontheorie und aus unſerem Zeitalter habe ich bereits in dem I. Theile bei den Schriften der dort beſprochenen Chemiker angeführt. Eine vollſtändigere Ueberſicht hier zu geben, ſcheint mir wenig gerathen; die bloße Aufzählung

der Titel liegt nicht im Plane dieſer Geſchichte, und ein genaueres Eingehen in ihren Inhalt wird um ſo ſchwieriger, je verſchiedenere Anſichten über die Klaſſification durch die immer ſich mehrende Menge der Thatſachen und Kenntniſſe veranlaßt worden ſind. Einen Begriff über die Lehrbücher der Chemie in der älteren Zeit zu geben, und nur für ſo lange, bis ſich ihre Anordnung der heutigen einigermaßen anſchließt, war allein der Zweck dieſer Zuſammenſtellung.

Lehrſtühle der Chemie.

In welcher Weiſe die Chemie früher gelernt wurde, läßt ſich aus dem Vorhergehenden ſchon einigermaßen erſehen. Als Lehrgegenſtand der Univerſitäten wurde ſie erſt während des Zeitalters der mediciniſchen Chemie behandelt, und die Profeſſoren der Medicin trugen ſie als einen Theil ihrer Wiſſenſchaft vor. Doch wurden die chemiſchen Lehren noch längere Zeit nur mit den mediciniſchen gemiſcht dargeſtellt; Johann Hartmann (geboren 1568 zu Amberg, geſtorben 1631 zu Marburg) trug zuerſt die Chemie ſpeciell an der Hochſchule zu Marburg vor; an anderen Univerſitäten geſchah dies bald auch, in Jena z. B. wurde 1629 erſter Profeſſor der Chemie Werner Rolfink, einer der früheſten Widerſacher der Alchemie. In dem Anfange des 17. Jahrhunderts wurde auch der Lehrſtuhl der Chemie an dem Jardin des plantes zu Paris gegründet, und dieſe Wiſſenſchaft ihrem theoretiſchen und experimentalen Theile nach behandelt, indem ein Profeſſeur die Theorie vortrug, worauf ein beſonderer Demonſtrateur die Ausſprüche des erſteren durch Verſuche erläuterte. Wilhelm Daviſſon, ein ſchottiſcher Arzt, wurde als erſter Profeſſor der Chemie an dieſe Anſtalt berufen.

Laboratorien.

Nachdem man einmal angefangen hatte, die Chemie als einen beſonderen Lehrgegenſtand auf Univerſitäten zu behandeln, ſah man bald auch die Nothwendigkeit ein, praktiſche Uebungen damit zu verknüpfen und öffentliche Laboratorien zu errichten. In dem 16. Jahrhunderte noch exiſtirten nur Laboratorien zu alchemiſtiſchen Zwecken, und größere wurden zu dieſem Ende von Fürſten unterhalten; dieſe Anſtalten wurden in Deutſchland von dem Volke (ſo namentlich in Dresden) als Goldhäuſer benannt. Ueber ihre beſte Einrichtung machte am Ende des 16. Jahrhunderts Libavius Vorſchläge; in den Commentarien zu ſeiner Alchemie giebt er Bauriſſe zu einem ſo großartigen Laboratorium, wie wohl nie ein ſolches wirklich aus-

geführt worden iſt; nicht allein die Bedürfniſſe für chemiſche Arbeiten ſind vorgeſehen, ſondern auch die Befriedigung ſonſtiger Genüſſe iſt in ſeinem Vorſchlage bedacht. Da fehlen nicht Gartenanlagen, nicht Säulengänge zum Spazierengehen bei ſchlechtem Wetter, nicht Bäder. Nicht vergeſſen iſt die cella vinaria, cujus spiracula meridionalia maxima ex parte debent esse clausa, wie Libavius vorſichtig bemerkt. Aber es dauerte noch lange, bis man an die Conſtruction größerer Laboratorien dachte. Erſt gegen das Ende des 17. Jahrhunderts wurden öffentliche Laboratorien als Hülfsmittel des akademiſchen Unterrichts eröffnet; das erſte Inſtitut dieſer Art leitete Profeſſor Hofmann [1]) zu Altorf; es war 1683 durch den Rath zu Nürnberg gegründet worden. — Damals ſchon waren die Laboratorien großer Autoritäten zugleich auch die Schule weiterſtrebender Chemiker; in Boyle's Laboratorium z. B. bildeten Homberg und Fr. Hoffmann ihre chemiſchen Kenntniſſe weiter aus. — Zu den erſten Laboratorien als Staatsanſtalten gehörte auch das zu Stockholm, gleichfalls 1683 durch Karl XI. gegründet, der darin auf Koſten der Staatskaſſe und zunächſt für das Bergcollegium chemiſche Verſuche anſtellen ließ; Urban Hiärne [2]) war der erſte Vorſteher dieſer Anſtalt. Laboratorien.

Nach dieſer Ueberſicht des Begriffs der Chemie und der Art, wie ſie gelehrt wurde, wollen wir jetzt zu der geſchichtlichen Betrachtung der einzelnen Operationen übergehen, da einige kurze Notizen über ihre erſte Ausführung in einer ſolchen Zuſammenſtellung vielleicht nicht ohne Intereſſe ſind. Chemiſche Operationen.

Die älteſten chemiſchen Operationen ſind ohne Zweifel diejenigen, welche auf der Einwirkung höherer Temperatur beruhen. Der Schmelzproceß gehört hierher, und er machte wohl zuerſt künſtliche Vorrichtungen nöthig, welche zur Conſtruction chemiſcher Geräthſchaften überhaupt leiteten. Das Feuer war es auch, in welchem die meiſten Chemiker bis vor wenigen Jahrhunderten das hauptſächlichſte chemiſche Agens ſahen. Wärmeapplication.

[1]) Johann Moritz Hofmann war 1621 zu Fürſtenwalde in Brandenburg geboren, bezog 1638 die Univerſität Altorf, 1641 die zu Padua, wo er 1645 Profeſſor der Medicin wurde; nach Altorf 1648 zurückberufen, ſtarb er daſelbſt 1698.

[2]) Urban Hiärne war 1641 in Ingermannland geboren; er ſtudirte zu Upſala Medicin und bildete ſich dann durch Reiſen in England und Frankreich weiter aus. Nach ſeiner Zurückkunft nach Schweden wurde er zum Leibarzt des Königs ernannt. Er ſtarb zu Stockholm 1724.

Chemiſche Operationen. Wärmeapplication.

Um die Hitze zweckmäßig auf einen Körper einwirken zu laſſen, bediente man ſich ſehr frühe ſchon der Oefen. Moſes (um 1500 v. Chr.) erwähnt der Eiſenſchmelzöfen; Ziegelöfen werden in den Büchern des alten Teſtaments häufig genannt [1]). Plinius, im 1. Jahrh. nach Chr., ſpricht ſchon von der großen Verſchiedenheit der zu metallurgiſchen Zwecken dienenden Oefen, ohne indeß auf ihre Beſchreibung näher einzugehen; an dem Schmelzofen (*κάμινος* der Griechen, fornax der Lateiner) unterſcheidet er kunſtgemäß die Seiten (latera), das Innere (camera) und die Mündung (os).

Ueber die Fortſchritte, welche den Hülfsmitteln zur Wärmeapplication bei den Alexandrinern zu Theil wurden, haben wir keine genauere Nachricht. Die Araber wandten aber viel Fleiß darauf, und beſchrieben ihre Einrichtungen deutlich. Geber, in ſeinem Werk de fornacibus construendis, unterſcheidet und beſchreibt die Oefen zum Calciniren, zum Deſtilliren und zum Schmelzen.

Die Abendländer übernahmen (im 13. Jahrh.) von den Arabern mit den chemiſchen Kenntniſſen auch beſondere Vorliebe für pyrochemiſche Verſuche, und ſuchten namentlich die Oefen zu verbeſſern. Bei ihnen findet ſich zuerſt der Athanor in allgemeinerem Gebrauch (von *ἀθάνατος*, unſterblich, ewig, immerwährend), deſſen Brennmaterial ſich immer wieder von ſelbſt aus einem größeren Vorrathe erſetzt, und der für die langwierigen alchemiſtiſchen Operationen beſonderen Werth hatte. Der Name kommt ſchon bei Albucaſes vor; Raymund Lull beſchrieb ihn genau; ein beſonderer Lobpreiſer des Inſtruments war ſpäter Paracelſus.

Unter ihren Nachfolgern (im 15. Jahrh.) erwähnen wir Thomas Norton's, deſſen Wahlſpruch Totum consistit in ignis regimine damals allgemeine Beiſtimmung fand. Er ſuchte auch zur Regulirung des Feuers beſondere Oefen zu conſtruiren, und ſpricht viel von ſeinen wichtigen Erfin-

[1]) Bei mehreren Schriftſtellern findet man die Angabe, L. A. Seneca (im 90. Briefe) ſpreche von dem Democrit von Abdera als dem Erfinder des Reverberirofens. Am angeführten Orte finde ich nur Folgendes, was zu jener Ausſage Anlaß gegeben haben kann: Democritus, inquit (Posidonius), invenisse dicitur fornicem, ut lapidum curvatura paulatim inclinatorum medio saxo adligaretur (daß eine Krümmung wenig geneigter Steine durch einen Mittelſtein feſtgehalten wird). Hier iſt aber keine Rede von einem Reverberirofen. Sollte man fornix, das Gewölbe, mit fornax, der Ofen, verwechſelt haben?

dungen: von einem Ofen, worin man ſechzig Operationen bei gleicher Hitze auf einmal ausführen könne (mag der erſte Galeerenofen geweſen ſein), von einem andern, an deſſen verſchiedenen Orten die Hitze verſchieden ſei, und endlich von einem Regiſterofen, wo die Regulirung der Wärme durch Schieber in dem Schornſteine bewirkt worden zu ſein ſcheint. Chemiſche Operationen. Wärmeapplication.

In dem 16. Jahrhundert machte ſich vorzüglich Agricola um die beſſere Einrichtung der Oefen verdient, namentlich der zu metallurgiſchen und dokymaſtiſchen Verſuchen dienenden. Für andere chemiſche Operationen verbeſſerte im folgenden Jahrhundert Glauber die früheren Einrichtungen; ſeine Furni novi philosophici behandeln namentlich ſolche Vorrichtungen, wie ſie für die Deſtillation am zweckmäßigſten ſind. Die Verſuche auf trocknem Wege waren aber immer noch die vorzüglich gewählten (ein Chemiker jener Zeit nannte ſich im höheren Styl nur philosophum per ignem), und Glaſer's (1663) für ſein Lehrbuch gewähltes Motto: Sine igni nihil operamur, die Meinung aller ſeiner Zeitgenoſſen. Unter dieſen zeichnete ſich auch hierin Becher aus, und beförderte namentlich die Einrichtung tragbarer Oefen, die bis dahin wenig, oder nur geringe Hitze gebend, angewandt worden waren. Einen ſolchen Ofen, — welcher zum Deſtilliren (für feinere Operationen mittelſt des Aufſatzes eines Waſſerbades von einer Conſtruction, die an den Beindorff'ſchen Apparat erinnert), zu gewöhnlichen Glühverſuchen, und zur Hervorbringung der ſtärkſten Hitze mittelſt eines vorgelegten Gebläſes dienen kann, — beſchreibt er in ſeinem Laboratorium portatile (in dem überhaupt Alles, was damals für ein Laboratorium für nöthig erachtet wurde, mit ſolcher Genauigkeit verzeichnet iſt, daß ſelbſt Pes leporinus pro verrendis pulveribus, Mantile et Praecinctorium, Supparus vel Perizoma lineum und Tobaccus, Pipae et candela in Erinnerung gebracht werden). Dieſe tragbaren Oefen noch mehr zu verbeſſern, um die Hitze darin noch weiter treiben zu können, ſuchte vorzüglich Pott (um 1750); auch der Schwede von Engeſtröm brachte (1772) noch Verbeſſerungen an, und trug dazu bei, die tragbaren Oefen in allgemeineren Gebrauch zu bringen.

Die neueren Angaben für die Conſtruction von Oefen brauchen wir hier nicht aufzuzählen; gegen 1800 hatten dieſe Geräthſchaften ſchon eine der jetzigen ziemlich nahekommende Geſtalt.

Wir müſſen hier auch Einiges über das Brennmaterial anführen, deſſen man ſich zu den verſchiedenen Zeiten bediente. Schon Theophraſt

Digitized by Google

Chemiſche Operationen. Wärmeapplication.

(im 4. Jahrh. v. Chr.) erwähnt der Steinkohlen und daß ſie zu denſelben Zwecken wie die Holzkohlen dienen können; er berichtet auch, daß die erſteren ſeiner Zeit bereits in den Schmelzereien und bei den Schmieden in häufigem Gebrauch waren. Geber heizte viel mit Holz und ſchreibt zur Erlangung ſtarker Hitze hartes, zur Erlangung ſchwacher Hitze weiches Holz vor. — Mit Torf heizten die Einwohner Flanderns ſchon im 14. Jahrhundert; für die Laboratorien empfahl dieſes Brennmaterial Boyle, beſonders für Deſtillationen, und ſuchte auch den Steinkohlen in dieſen Anſtalten mehr Eingang zu verſchaffen. Seiner Zeit wurden dieſe zu ähnlichen Zwecken nur von den Scheidewaſſerfabrikanten angewandt, allein Boyle fand ſie auch für andere Operationen brauchbar, namentlich wenn ſie vorher ſchon einmal gebrannt (in Coaks verwandelt) ſeien.

Die bloße Anwendung der chemiſchen Oefen gewährte indeß nicht hinlängliche Mittel, um für jede Operation den angemeſſenen Wärmegrad zu erhalten. Für ſehr hohe Temperaturen benutzte man bald die Einrichtungen anderer Gewerbe; Kunkel wandte die Hitze des Glasofens zu chemiſchen Operationen manchmal an, der Franzoſe Darcet (1766) die des Porzellanofens, um viele Subſtanzen dem ſtärkſten Feuer auszuſetzen. Aber auch für die ſichere Anwendung gelinderer Temperatur hatte man ſchon früher Hülfsmittel erfunden und ſie allmälig weiter ausgebildet. Ueber die wichtigſten davon wollen wir Einiges berichten.

Geber bereits wandte das Waſſerbad an, Albertus Magnus und alle Folgenden bedienten ſich deſſelben gleichfalls; es trug bei den Abendländern die Bezeichnung balneum Mariae. Geber bediente ſich auch eines Aſchenbades, ganz ſo, wie man bald darauf das Sandbad anwandte; Paracelſus glaubte beſondere Vorzüge in einem Bade von Eiſenfeilen zu finden. Er nahm auch zuerſt das Dampfbad in Gebrauch, das nachher, beſonders auf des Italieners Johann Coſtäus (um 1600) Empfehlung, zur Deſtillation der feineren aromatiſchen Wäſſer gewöhnlich angewandt wurde.

Die ſo erzeugte Wärme war indeß den Alchemiſten oft noch nicht ſchwach genug. Schon Geber ſetzte deßhalb, um die Auflöſung durch gelinde Wärme zu befördern, das Gefäß in Miſt; beſonders häufig aber wandte das Roßmiſtbad Raymund Lull an, und vermehrte die durch die Gährung jener Subſtanz entſtehende Wärme durch einen Zuſatz von Kalk; er wandte auch Bäder von gährenden Weintreſtern, von Lohe und ähnli=

Chemiſche Operationen. Wärmeapplication.

chen Subſtanzen an. Raymund Lull's Autorität brachte das Miſtbad bei den Abendländern in beſondern Credit; der Erſte, welcher wirkſam gegen dieſe Unreinlichkeit eiferte, war Baſilius Valentinus. Dieſer verwirft in der »Wiederholung vom großen Stein ꝛc.« die guten Wärmeapplicationen mit den ſchlechten: »Lampenfeuer mit spiritu vini iſt nichts nütze, denn eine überſchwengliche Unkoſt würde dadurch gewirkt; Roßmiſt aber iſt ein Verderb, und kann damit die Materia durch keine vollkommene Gradus abſolvirt werden.«

Aus dieſer Stelle erſieht man, daß der Gebrauch der Spirituslampen im 15. Jahrhundert bereits verſucht war. Allein erſt in dem 17. Jahrhundert fanden ſie für genauere wiſſenſchaftliche Forſchungen Anwendung; Boyle empfahl ſie in ſeinem tractatus de infido experimentorum successu, und verſicherte, der Weingeiſt gebe eine ſtärkere Lampenhitze als Oel; eine Spirituslampe wandte er auch bei den Verſuchen an, wo er Blei ſchmolz und verkalkte, und die Abſorption der Luft dabei nachwies. In dem folgenden Jahrhundert nahm der Gebrauch der Lampen noch mehr zu; doch wandte man jetzt häufig Oellampen an und verband mehrere zu einem beſonderen Apparat, dem Lampenofen. Einen ſolchen beſchrieb z. B. Baumé 1773 in ſeiner Chymie experimentale et raisonnée, einen andern Göttling 1794, und dieſe Einrichtungen kamen namentlich bei den Dilettanten in der Chemie viel in Gebrauch. Vorzüglich wichtig wurde für die chemiſchen Unterſuchungen der Gebrauch der Lampe, als Argand (1783) ſeine bekannten Verbeſſerungen daran angebracht hatte; Guyton Morveau conſtruirte (1798) eine chemiſche Lampe nach dieſem Princip, welche ihrer Zeit für die Chemiker das war, was uns jetzt die Berzelius'ſche Spirituslampe.

Um möglichſt ſtarke Hitzegrade hervorzubringen, verſuchten die Chemiker der verſchiedenen Zeitalter ſehr verſchiedene Mittel. So wandte ſchon Paracelſus Brennſpiegel und Sammelgläſer an, um das Verhalten der Körper in ſehr hoher Temperatur zu unterſuchen, und dieſe Inſtrumente waren lange Zeit für ſolchen Zweck die wirkſamſten Mittel. So erkannte man mittelſt derſelben am Ende des 17. Jahrhunderts die Verbrennlichkeit des Diamants. Im Anfange des folgenden wurden damit noch zahlreichere Verſuche zur Erweiterung der chemiſchen Kenntniſſe angeſtellt, bald nachher, als Tſchirnhauſen Brenngläſer von bis dahin unbekannter Wirkſamkeit conſtruirt hatte. Homberg 1702, St. F. Geoffroy 1709 waren in

Chemiſche Operationen. Wärmeapplication.

ſolchen Unterſuchungen beſonders thätig. Noch 1774 war der höchſte Hitzgrad nur mittelſt großer Brenngläſer zu erhalten, und mit einem verbeſſerten Apparate der Art operirte damals in Paris eine Commiſſion, bei welcher ſich auch Macquer und Lavoiſier befanden. Bald indeß trat ein neues Hülfsmittel an die Stelle dieſer Werkzeuge; Prieſtley hatte 1774 gleich bei der Entdeckung des Sauerſtoffgaſes die ungemeine Fähigkeit deſſelben, die Verbrennung zu unterhalten, dazu angewandt, um ſtarke Hitze damit hervorzubringen. Er leitete das Gas auf eine glühende Kohle, welche den zu erhitzenden Körper trug; dieſelbe Vorrichtung wandte Lavoiſier 1782 an, und unterſuchte die Schmelzung und Veränderung vieler bis dahin als durch Feuer unzerſtörbar betrachteter Körper. Noch größere Hitze erlangte Marcet 1813, indem er einen Strom von Sauerſtoffgas auf die Flamme einer Weingeiſtlampe richtete. Eine noch ſtärkere Hitze fand man in der Verbrennung von Waſſerſtoff durch Sauerſtoff; der älteſte Apparat dafür wurde durch Hare (1801) angegeben, er ließ die beiden Gaſe erſt im Moment der Verbrennung zuſammentreten; eine Vorrichtung, um die beiden Gaſe zuſammen zu comprimiren und das ausſtrömende Gemiſch zu entzünden, conſtruirte zuerſt Newmann 1816.

Soviel über die verſchiedenen Vorrichtungen zur Wärmeapplication. Ihre Leiſtungen beſtimmte man in den verſchiedenen Zeitaltern ſehr verſchieden. Geber unterſcheidet für die höheren Temperaturen drei Grade, und beſtimmt dieſe nach der Dicke des Ofens, in welchem ſich um ſo ſtärkere Hitze hervorbringen laſſe, je dicker ſeine Wände ſeien. So unbeſtimmt blieb die Temperaturangabe lange. Noch Libavius unterſcheidet vier Wärmegrade in der Art, daß der erſte der Hand noch nicht weh thun ſoll, der zweite ſoll der Hand weh thun, aber ſie noch nicht verletzen, der dritte Grad iſt die Temperatur des glühenden Eiſens, der vierte der, welchen man überhaupt noch hervorbringen kann. Größere Genauigkeit brachte erſt Boerhave in die Temperaturbeſtimmung der Chemiker, indem er die Unentbehrlichkeit des Thermometers bei chemiſchen Unterſuchungen nachwies. In ſeinem Lehrbuche der Chemie finden ſich zuerſt genauere Temperaturangaben für Siede- und Schmelzpunkte u. ſ. w.; er drückte ſie in Fahrenheit'ſchen Graden aus (Thermometer in der jetzigen Geſtalt, mit einer Flüſſigkeit gefüllt, conſtruirten zuerſt die Mitglieder der Academia del Cimento um die Mitte des 17. Jahrhunderts, um 1714 wandte Fahrenheit das Queckſilber zum Füllen derſelben an). Sechs Grade der Wärme

nahm er für chemiſche Operationen an; der erſte begreift die Temperaturen, innerhalb welcher die Pflanzen Lebenskraft zeigen, von 0° *Fahrenheit* bis 80°, der zweite die, wo Thiere leben, von 40° bis 94°, der dritte von da bis zur Temperatur des ſiedenden Waſſers (212°), der vierte bis 600°, wo Vitriolöl und Queckſilber kochen, der fünfte Grad die höheren Temperaturen, welche durch Verbrennung hervorgebracht werden, der ſechste endlich die ſtärkſte Hitze, welche die Brenngläſer ergeben. Immer mehr aber kamen ſolche Eintheilungen außer Gebrauch, und die Angabe nach Thermometergraden führte ſich ſeit *Boerhave* allmälig ein. Chemiſche Operationen. Wärmeapplication.

Die verſchiedenen Manipulationen, welche man mit Hülfe dieſer Einrichtungen vornahm, können unmöglich hier alle ausführlicher hiſtoriſch erörtert werden. Das Schmelzen mag die älteſte derartige Operation ſein; Schmelzen. beſondere Gefäße dazu aber erſannen erſt die Alchemiſten. Bei *Plinius* und *Dioscorides* werden Gefäße zu dieſem Zwecke nur allgemein als Geſchirr (mit denſelben Worten wie für Kochgeſchirr) bezeichnet; *Geber* bediente ſich beſonderer Schmelztiegel; *Glauber* rühmt ſchon die Almeroder als die beſten. Um das Calciniren der Metalle bei dem Schmelzen zu Flußmittel. verhüten, überdeckte ſie ſchon *Geber* mit Glas oder Borax (wenn anders die lateiniſchen Ueberſetzungen ſich des letztern Namens mit Recht bedienen); über die anderen Flußmittel werde ich bei der ſpeciellen Betrachtung der ſie conſtituirenden Subſtanzen berichten. — Das Calciniren war eine ſchon im Calciniren. Alterthum oft angewandte Operation, die theils nebenbei ausgeführt wurde (in den Cypriſchen Kupferwerkſtätten erhielt man z. B. durch Glühen des Kupfers das Oxyd deſſelben), theils zur Darſtellung techniſcher Fabrikate (wie bei dem Bleioxyd und der Mennige), theils zur Arzneibereitung (wie bei dem Zink). Oeftere Erneuerung der Oberfläche bei geſchmolzenem Metall, durch Umrühren, war bereits als die Calcination befördernd erkannt. Soviel lehren uns die Nachrichten von *Plinius* und *Dioscorides*. Auch ſpäter noch war die Calcination das vorzüglichſte Mittel, um Metalloxyde darzuſtellen; für *Geber* war dieſe Operation ſo wichtig, daß er einen beſonderen Ofen zu dieſem Zwecke baute; auch Flüſſigkeiten, wie Queckſilber, calcinirte er. Die Calcination als chemiſche Vorbereitung der Erze wurde erſt ſpäter eingeführt; *Agricola* giebt zuerſt genaue Nachricht davon. — Die Kryſtalliſation Kryſtalliſiren. mußte früh bekannt ſein; zur Reinigung chemiſcher Präparate wandte ſie zuerſt *Geber* an, der z. B. mit ihrer Hülfe das Kochſalz reinigte;

Chemiſche Operationen. Baſilius Valentinus wandte daſſelbe Mittel zur Darſtellung eines reinen Kupfervitriols an, und es blieb beſtändig in häufigem Gebrauch. —

Sublimiren. Hinſichtlich der Sublimation vergleiche man die ſogleich folgenden Angaben über die Deſtillation; Geber bediente ſich bereits der Sublimation zur Darſtellung und Reinigung von Präparaten, z. B. für den Queckſilberſublimat, er ſchrieb auch die Anwendung von Aludeln für dieſe Operation vor, und die unvollkommenſte Art derſelben, Subſtanzen in die Kohlen des Ofens zu legen und den Sublimat in dem Schornſtein aufzufangen, wurde noch lange

Filtriren. als die Geber'ſche bezeichnet. — Das Filtriren endlich, deſſen wir hier auch gedenken wollen, war lange bekannt und mannichfach abgeändert, bis die Chemiker es als ein vorzügliches Hülfsmittel zur Trennung annahmen. Zu Ariſtoteles' Zeiten ſchon kannte man die Filtration des Meerwaſſers durch Thon, um ihm die ſalzartigen Beſtandtheile zu entreißen; die Filtration aber als chemiſche Verrichtung beſchrieb Geber zuerſt genauer, und bezeichnete ſie mit einem beſonderen Namen (destillatio per filtrum, abtröpfeln laſſen durch ein Filter, im Gegenſatz zu dem Abziehen der Flüſſigkeit mittelſt der gewöhnlichen Deſtillation, iſt der Ausdruck dafür in den Ueberſetzungen).

Ich verſchiebe die Angaben über Cupelliren bis zur Geſchichte der analytiſchen Chemie und der Berichterſtattung über die Reinigungsmethoden der edlen Metalle, und wir wenden uns zur Betrachtung, wie ſich die ohne

Deſtilliren. Zweifel wichtigſte chemiſche Operation, die Deſtillation, ausgebildet hat.

Die Deſtillation entſtand aus der Benutzung der Wahrnehmung, daß der niedergeſchlagene Dampf von Flüſſigkeiten frei von den fixen Beſtandtheilen der letzteren iſt. So ſpricht ſchon Ariſtoteles davon, daß das Meerwaſſer durch Verdampfung trinkbar (frei von Salz) wird.

Ein Gefäß, worin man die Flüſſigkeit verdampfte, ein Körper, an welchem ſich die Dämpfe condenſiren konnten, bildeten alſo die erſten Einrichtung der Deſtillation. Solche Einrichtungen finden wir auch ſchon bei den Alten. So war der Deſtillationsapparat beſchaffen, von welchem Dioscorides berichtet; man erhitzte in einem irdenen Topfe Zinnober mit Eiſen; man hatte einen Deckel (ἄμβικα) aufgeſetzt, an welchen ſich das freiwerdende Queckſilber anſetzte. (Dieſer Deckel, ἄμβιξ, wurde von den Arabern ſpäter in eine beſſere Form gebracht, der Name aber mit dem arabiſchen Artikel, Alambik oder Alembik, ſpäter für den Deſtillationsapparat überhaupt gebraucht.) So war auch die von Plinius beſchriebene Deſtillationsgeräthſchaft eingerichtet, in welcher man aus Terpenthinharz das Oel

Chemiſche Operationen. Deſtilliren.

gewann; das Harz wurde in einem Topfe erhitzt, über deſſen Oeffnung Wolle ausgebreitet war, in welcher ſich die Dämpfe condenſirten. Noch im 3. Jahrhundert beſchreibt Alexander von Aphrodiſia einen ſolchen Apparat: Meerwaſſer wird trinkbar gemacht durch Erhitzen in Gefäßen, an deren Deckel ſich reines Waſſer niederſchlägt.

Ein Jahrhundert ſpäter iſt ſchon die Einrichtung getroffen, daß die Dämpfe in einem geſchloſſenen Raume niedergeſchlagen werden. Derartige Vorrichtungen hatten die Alten ſchon gehabt, nur nicht auf die feuchte Deſtillation angewandt; das Zinkoxyd bereiteten ſie nämlich, indem ſie Meſſing oder Zinkerze in einem Ofen verbrennen ließen, deſſen Rauchfang ſogleich zu einem gewölbten Gemache erweitert war, wo ſich das Oxyd dann abſetzte. — Die nächſte Verbeſſerung der Deſtillation war alſo, zwei Gefäße anzuwenden, eins für das Verdampfen, das andere für das Condenſiren. Solche Apparate finden ſich zuerſt bei den Alexandrinern des 4. Jahrhunderts beſchrieben. Syneſius und Zoſimus beſchreiben Deſtillationsapparate, welche den heutigen ſehr ähnlich ſind. Auf einem Glaskolben oder einem topfähnlichen Gefäße ruht ein Helm, von welchem aus eine oder mehrere Röhren in Recipienten ausmünden. Helm und Blaſe waren damals immer noch getrennt. Derſelben Geräthſchaften bedienten ſich die Araber und ſpäter die Abendländer (vergl. unten bei »Material der Gefäße«); erſt die Letzteren fingen an, Blaſe und Helm in Einem Stück zu machen, aus dem älteren Deſtillirapparate die Retorte zu conſtruiren. Dies zeigt auch ſchon der Name an, der lateiniſchen Urſprungs iſt, während die meiſten anderen Kunſtausdrücke für Geräthſchaften von den Arabern übernommen wurden (Retorta, sc. ampulla, ein [über dem Bauch] umgebogener Kolben). Die erſten tubulirten Retorten finde ich bei Baſilius Valentinus erwähnt, wenigſtens ſcheint dieſe Einrichtung damals ganz neu geweſen zu ſein, da ſie weitläufiger beſchrieben [1]) und durch eine Abbildung ver-

[1]) So z. B. im vierten Buche des letzten Teſtaments, wo er vom Sulphure Solis handelt: »Weil ich verſprochen, nichts zu verſchweigen, und dann dieſes zugleich mitunter gehört, will ich's erklären. Merke, daß du nehmeſt eine gute ſteinerne Retortam, ſo beſchlagen und die Spiritus wohl halte, und nicht durchſchlage, auch in der Geſtalt, wie eine andere gemeine Retorta zu ſein pfleget, ausgenommen, daß ſie am obern Theil des Rückens noch eine Röhr habe, gleich über ſich in die Höhe geführet, einen guten halben Spannen lang, und in der Weite, daß du ungefähr zween Finger darein ſtoßen kannſt.«

Chemiſche Operationen. Deſtilliren.

deutlicht, auch von ihm ſelbſt zu ſeinen Geheimniſſen gerechnet wird. Derſelbe trug auch zuerſt für eine vollkommenere Abkühlung Sorge, die bis dahin ſehr vernachläſſigt worden war; erſt Raymund Lull hatte angerathen, den Recipienten in kaltes Waſſer zu legen; Baſilius Valentinus erfand das Kühlfaß, und verſah es mit einem Hahn, um darin immer das heiße Waſſer durch kaltes erſetzen zu können.

Kitt, Beſchlag.

Um die Gefäße während der Operationen beſſer in einander ſchließen zu laſſen, wandte man früh ſchon die Verkittung an. Nach Dioscorides wird bei der von ihm beſchriebenen Deſtillation des Queckſilbers der Deckel auf den Topf mit Thon aufgekittet. Albucaſes verband die Vorlage mit dem Helme durch Umbinden mit leinenen Tüchern. Complicirtere Vorſchriften kommen bei den abendländiſchen Alchemiſten vor; Albertus Magnus wandte verſchiedene Arten von Kitt an, aus Kreide, Mehl und Eiweiß (Eiweiß und Kalk wurden nach Plinius ſchon bei den Römern zum Zuſammenkitten der Gläſer gebraucht) oder aus Thon, Kalk, Pferdemiſt und Salzwaſſer, oder aus Thon, Aſche, Salz und Harn; Raymund Lull verband die Fugen der Gefäße durch Leinwand, worauf Mehl, mit Eiweiß angerührt, geſtrichen war; die Glaskolben beſchlug er mit Lehm, unter welchen Haare gemiſcht waren.

Wir haben jetzt die Einführung der verſchiedenen chemiſchen Operationen kennen gelernt; es iſt noch nöthig, Einiges über das Material der Gefäße zu ſagen, deſſen ſich die Chemiker der verſchiedenen Zeiten bedienten.

Material der Gefäße.

Irdenes Geſchirr war das älteſte Material, und lange Zeit am häufigſten angewandt. Syneſius und Zoſimus ſchreiben aber bereits gläſerne Helme zu ihren Deſtillationsapparaten vor. Geber empfahl vor allem gläſerne Gefäße, als diejenigen, welche am wenigſten porös ſeien und zudem nicht von den chemiſchen Stoffen angegriffen werden; die metallenen Gefäße verwarf er aus dem letzteren Grunde. Albucaſes deſtillirte aus einer Blaſe von Metall; der Helm und die Vorlage waren von Glas oder glaſirter Töpferwaare. Auch Arnoldus Villanovanus deſtillirte in glaſirten irdenen Gefäßen mit einem Glashelme; er warnte, wie auch Albertus Magnus, beſonders vor kupfernen Geräthſchaften, welche die Präparate mit grüner Farbe verunreinigen. Baſilius Valentinus rühmt als vorzüglich zum chemiſchen Gebrauche geeignet die Töpferwaaren aus Waldenburg (in Sachſen), die er ſehr feuerfeſt und dicht fand. Der

Chemiſche Operationen. Material der Gefäße.

häufigeren Anwendung von Glasgefäßen ſtand immer noch die unvollkommene Technik in der Glasblaſekunſt entgegen; die Alchemiſten nahmen überdies die gläſernen Phiolen gern ſo dick wie möglich, und ſie zeigten ſich deßhalb ſo zerbrechlich, daß ihr Gebrauch eingeſchränkt blieb. Im 16. Jahrhundert erhoben ſich wieder viele Stimmen gegen die Anwendung von metallenen Gefäßen zu pharmaceutiſch-chemiſchen Zwecken; der kaiſerliche Leibarzt Crato von Kraftheim warnte vor den kupfernen, namentlich wenn ſie zur Eſſigdeſtillation angewandt würden; der franzöſiſche Leibarzt Ambroiſe Paré vor bleiernen Helmen und Kühlröhren, und ſolche Warnungen wiederholten ſich ſpäter oft. Um 1600 kamen die Ipſer (Reisblei-) Tiegel in häufigeren Gebrauch, deren Feuerbeſtändigkeit übrigens ſchon Agricola gekannt hatte; die Vorzüge der Almeroder Tiegel kannte Glauber und empfahl ſie. Dieſer Chemiker ſuchte auch hölzerne Gefäße da einzuführen, wo bisher nur theuere metallene angewandt worden waren; er beſchrieb eine hölzerne Deſtillirgeräthſchaft, wo die Flüſſigkeit in der Blaſe durch Hineinleiten von Waſſerdampf erhitzt wird. Die Anwendung von Glasgefäßen beförderte Kunkel dadurch, daß er das Glasblaſen vor der Lampe lehrte und bei den Chemikern einführte. Die zinnernen Gefäße, welche bis dahin ſtets ſehr geſchätzt geweſen waren, machte Marggraf verdächtig, indem er ſie alle für ſehr arſenikhaltig ausgab; die daraus entſtandene Beſorgniß wurde indeß bald beſchwichtigt. Pott verdient aus dem 18. Jahrhundert noch genannt zu werden wegen ſeiner Beſtrebungen, eine Miſchung zu möglichſt brauchbaren thönernen Geräthſchaften ausfindig zu machen. Porzellanene Schmelztiegel kamen in dem letzten Viertel des vorigen Jahrhunderts in Aufnahme; namentlich empfahl ſie H. F. Delius (Profeſſor zu Erlangen) 1778. Eiſerner Schmelztiegel bediente ſich Bergman zum Aufſchließen, ſilberner zu demſelben Zwecke Klaproth. Die Platingeräthſchaften wurden zuerſt allgemeiner eingeführt, nachdem Wollaſton ſich mit der Fabrikation derſelben (in dem Anfange dieſes Jahrhunderts) beſchäftigte; vorher konnte man dies Metall nur ſehr ſchwer in kleine und zudem nicht reine Gefäße bringen.

Die verſchiedenartige Ausbildung der Geſchicklichkeit, chemiſche Operationen anzuſtellen, die verſchiedenartigen Hülfsmittel, welche der Chemie hinſichtlich des Materials der Gefäße u. ſ. w. zu Gebote ſtanden, repräſentiren ſich während jedes Zeitalters vorzüglich in der Entwicklung der eigentlichen

Scheidekunſt, der analytiſchen Chemie. Die Fortſchritte, welche dieſer Theil unſerer Wiſſenſchaft nach und nach gemacht hat, haben wir zwar im Allgemeinen im I. Theile manchmal angedeutet; eine vollſtändigere Zuſammenfaſſung der einzelnen Angaben, welche über die Ausbildung der chemiſchen Analyſe Auskunft geben, iſt indeß unerläßlich, und zu ihrer Betrachtung, zu der genaueren Unterſuchung, wie ſich dieſer einzelne Zweig, wie ſich die wichtigeren Zweige der Chemie überhaupt entwickelten, wollen wir jetzt übergehen.

Digitized by Google

Geſchichte einzelner Zweige der Chemie.

Digitized by Google

Digitized by Google

Geſchichte der analytiſchen Chemie.

Die Wichtigkeit eines einzelnen Theils einer Wiſſenſchaft, die Bedeutſamkeit der Ausbildung des erſtern für die Entwicklung der letztern in ihrer Geſammtheit, läßt ſich nach nichts beſſer ermeſſen, als danach, inwiefern die Geſchichte des einzelnen Theils die Eigenthümlichkeiten der ganzen Wiſſenſchaft theilt und repräſentirt. Aus dieſem Geſichtspunkte betrachtet, nimmt die Geſchichte der analytiſchen Chemie unſere beſondere Aufmerkſamkeit in Anſpruch; wie die Chemie im Allgemeinen, ſo gewann auch der analytiſche Theil derſelben die erſte Grundlage ſeines heutigen Wiſſens in der Verfolgung von Zwecken, die ſehr verſchieden ſind von dem jetzt als wahr erkannten und bei der Ausübung der Wiſſenſchaft leitenden. Die analytiſche Chemie entwickelt ſich aus einer Menge iſolirter, oft zufällig gefundener, in ihrer eigentlichen Bedeutung früher faſt ſtets verkannter Erfahrungen; erſt ſehr ſpät nimmt ſie im Ganzen eine wiſſenſchaftliche Form an, wenn auch einzelne Theile derſelben, wie z. B. die metallurgiſche Probirkunſt, ſchon verhältnißmäßig früh zuſammengefaßt werden. — Was für die allgemeine Geſchichte der Chemie in der Einleitung zu dem erſten Theile bemerkt wurde, gilt ſomit auch für die Geſchichte dieſes einzelnen Zweigs unſerer Wiſſenſchaft; wir müſſen, wollen wir anders den Faden der Darſtellung nicht zu oft unterbrechen, aus den früheren Zeiten nur die Beobachtungen hier hervorheben, welche ſpäter ſich als die heutige analytiſche Chemie wirklich vorbereitend ausweiſen; in die früheſten Zeiten müſſen wir zurückgehen, wo man Beſtandtheile aus Verbindungen, Metalle z. B. aus Erzen, zu ziehen wußte, ohne daß man ſich nur irgendwie Rechenſchaft abzulegen ſuchte, auf welchen Gründen die angewandten Methoden beruhen, ohne daß man in den verſchiedenen Methoden das Gemeinſame und die Verſchiedenheiten auch nur geahnet hätte. Wir müſſen die wenigen beſſeren Beobachtungen aus jenen Zeiten kennen lernen, wo die analytiſchen Beſtrebungen faſt durchweg den Stempel des Irrglaubens an Metallverwandlung aufgeprägt Einleitung.

Einleitung. haben, wo die Vervollkommnung einer Methode, edles Metall aus den Erzen zu ziehen, für eine künſtliche Veredlung des Erzes, für ein Verfahren, mehr Metall aus dem Erz herauszubringen, als urſprünglich darin vorhanden iſt, gehalten wird. Bis auf die neuere Zeit erſtreckt ſich der Einfluß des Glaubens, daß ganz verſchiedenartige Stoffe in einander verwandelt werden können; das Ende des vorigen Jahrhunderts ſieht noch den Streit, ob Kieſelerde in Alaunerde umgewandelt werden kann. Welches Zutrauen, welche Geltung man dann analytiſchen Verſuchen beilegte, wo ſolche Stoffe, deren Verwandlung in einander für möglich gehalten wurde, ſich in Verbindung befinden, welche Untrüglichkeit der Reſultate man damals überhaupt von der analytiſchen Chemie erwarten durfte, bedarf keiner weitern Beſprechung. Aus dieſen Zeiten dürfen wir nur das Wenige hier zur Berichterſtattung beibringen, was ſpäterer richtiger Erkenntniß zur Grundlage oder doch zur Benutzung diente; aber ſelbſt der Zeit, wo dieſe richtigere Erkenntniß über die analytiſchen Operationen durchdrang, dürfen wir, dem Plane unſerer Arbeit gemäß, hier nur eine kurze Beachtung ſchenken, da dieſe Zeit der Gegenwart zu nahe liegt, großentheils ſogar ganz in die Periode fällt, welche für die analytiſche Chemie als die gegenwärtige noch gelten muß.

Nach dem Vorhergehenden kann es nicht wundern, wenn die Geſchichte der analytiſchen Chemie, wie ſie hier zu geben iſt, wenig mehr als eine trockne Aufzählung einzelner Beobachtungen, einzelner Methoden, die ſich als für dieſen Zweig der Scheidekunſt beſonders bildend erwieſen, darbietet. Was die Geſchichte der analytiſchen Chemie von allgemeinerer Bedeutung enthält, mußte in der allgemeinen Geſchichte unſerer Wiſſenſchaft ſeinen Platz finden, deren Eigenthümlichkeiten, deren Richtungen und Theorien in ſo vielen Beziehungen durch den Zuſtand der analytiſchen Kenntniſſe ſtets weſentlich bedingt waren. — Um die einzelnen Erfahrungen, die hier unſere Aufmerkſamkeit verdienen, überſichtlich zu ordnen, bieten uns die verſchiedenen Hülfsmittel, welche die analytiſche Chemie zur Zerlegung der Verbindungen in ihre Beſtandtheile in Anwendung brachte, den beſten Anhaltspunkt.

Wollen wir die Geſchichte der analytiſchen Chemie in ihren Hauptrichtungen kennen lernen, ſo dürfen wir nicht allein dieſe danach trennen, wie ſie der Zeit nach auf einander folgen, ſondern wir müſſen hier auch eine Sonderung vornehmen in Beziehung auf gleichzeitig in Anwendung

Digitized by Google

Einleitung.

gebrachte Unterſuchungsweiſen, ſofern dieſe während des ganzen Zeitraums faſt, den wir hier zu betrachten haben, als verſchiedenen Zwecken dienend angeſehen wurden. — Als ein Hauptmittel — zuerſt, einzelne Beſtandtheile von Verbindungen darzuſtellen, dann, die Beſtandtheile einer Verbindung überhaupt zu erkennen — galt von früher Zeit an die Anwendung ſtark erhöhter Temperatur auf die Verbindung, mit oder ohne Zuſatz anderer Subſtanzen zu der zu unterſuchenden. Die analytiſche Chemie auf trocknem Wege hat einen ſehr frühen Urſprung; ſie iſt lange Zeit für gewiſſe analytiſche Operationen das einzig angewandte Hülfsmittel, ſie erfordert eine eigene Darſtellung. — Wenn auch ſchon früh in vereinzelten Beobachtungen ſich zeigend, kommt doch die analytiſche Chemie auf naſſem Wege erſt viel ſpäter zu einem gleichen Grade der Sicherheit. Lange Zeit werden nur wenige ihrer Ergebniſſe mit den bei denſelben Subſtanzen auf trocknem Wege erhaltenen Reſultaten für vergleichbar gehalten; für viele Subſtanzen glaubte man, durch Anwendung der einen Unterſuchungsweiſe würden andere Körper, die als Beſtandtheile der Verbindung erſcheinen, erzeugt, als durch die andere. Auch die analytiſchen Operationen auf naſſem Wege verlangen eine abgeſonderte Berichterſtattung, und aus dieſen beiden Geſichtspunkten wollen wir die Geſchichte der analytiſchen Chemie durchgehen, eine Trennung ihrer einzelnen Verfahrungsweiſe verſuchend, welche zwar behufs der Darſtellung ihrer heutigen Kenntniſſe wenig angezeigt wäre, bei der Darſtellung der Entwicklung dieſer Kenntniſſe aber allein zuläſſig erſcheint.

Den Eintheilungen der analytiſchen Chemie, welche ſonſt üblich und von Nutzen ſind, iſt ſomit hier nur untergeordneter Einfluß zuzugeſtehen. Die quantitative Analyſe in ihrem Gegenſatze zur qualitativen war hier nicht beſonders hervorzuheben, da früher für die eine der analytiſchen Richtungen hauptſächlich die Beſtimmung der Quantität, für die andere hauptſächlich die der Qualität als Ziel geſteckt war, und erſt in der neueſten Zeit ſich beide Richtungen zur Erreichung beider Zwecke vereinigten. Die Operationen auf trocknem Wege hatten nämlich faſt in der ganzen Zeit, welche wir hier zu betrachten haben, die Beſtimmung, wieviel von einem oder von mehreren Beſtandtheilen in einer Verbindung enthalten ſei, zur Aufgabe; und ſehr ſpät erſt werden die Reactionen auf trocknem Wege auch zum Zwecke der vollſtändigeren Ausmittelung der qualitativen Zuſammenſetzung angewandt. Die analytiſche Chemie auf naſſem Wege beſchäftigte ſich hingegen lange Zeit

Einleitung. nur mit der Beſtimmung der Art der Beſtandtheile, und erſt ſeit Kurzem verſteht man vermittelſt ihrer auch die Menge derſelben zu ermitteln. In der Vereinigung beider Methoden zur Löſung beider Aufgaben lag die Bedingung, von welcher die Erreichung der Genauigkeit, welche heutzutage den analytiſchen Angaben zuſteht, abhing.

Wir berückſichtigen ferner hier zunächſt nur die Entwicklung der Zerlegungskunſt für unorganiſche Subſtanzen, da die Geſchichte der organiſchen Analyſe mit der Geſchichte der ganzen organiſchen Chemie in zu nahem Zuſammenhange ſteht, als daß ſie davon zu trennen wäre.

Die Erkenntniß der Thatſachen, welche die analytiſche Chemie auf trocknem Wege bilden, ſoll uns hier zuerſt beſchäftigen.

Analytiſche Operationen auf trocknem Wege.

Erſte Erkenntniß der analytiſchen Operationen auf trocknem Wege. Die analytiſchen Operationen auf trocknem Wege verdanken ihre früheſte Bekanntwerdung dem Streben, aus Verbindungen, welche werthvolle Beſtandtheile enthalten, dieſe, und zwar möglichſt rein und möglichſt vollſtändig, abzuſcheiden. Dieſe Operationen haben ſchon in ſehr früher Zeit den Zweck quantitativer Beſtimmung. Die Ermittlung des Gehalts von Metalllegirungen an edlen Metallen war in dieſer Beziehung die erſte Aufgabe, die man ſich ſetzte; in der Bearbeitung dieſer Aufgabe fand lange Zeit hindurch die analytiſche Chemie auf trocknem Wege, die quantitative Analyſe überhaupt, ihre einzige Ausbildung.

Die metallurgiſchen Scheidungsmethoden bilden ſomit den Anfang des hier Mitzutheilenden, und in ihnen entwickelt ſich die analytiſche Chemie auf trocknem Wege beſonders; es kommen ſpäter noch viele Beobachtungen über die Reactionen anderer Körper hinzu, wie ſie ohne weitere Auflöſungsmittel als die Anwendung der Wärme auf einander wirken; die Einführung des Löthrohrs in die Chemie und die Ausbildung des Verfahrens, es zu gebrauchen, giebt endlich den letzten Gegenſtand ab, den wir in dieſem Abſchnitte zu beſprechen haben.

Ueber die analytiſchen Methoden, welche bis zu dem 2. Jahrhundert

Digitized by Google

Erſte Erkenntniß der analytiſchen Operationen auf trocknem Wege.

vor unſerer Zeitrechnung in Gebrauch geweſen ſein mögen, iſt uns nichts aufbewahrt worden. Was von dem in jener Zeit ſchon bekannt geweſenen allenfalls hierher gehören möchte, dürfte ſich darauf beſchränken, welche Zuſätze man z. B. den Erzen gegeben, um aus ihnen das darin enthaltene Metall auszuſchmelzen. Es iſt indeß hierüber nichts bis auf uns gekommen. — Eigentliche chemiſche Scheidungsmethoden, ſelbſt für die Gegenſtände, welche bald die vorzüglichſte Gelegenheit zur Ausbildung der Analyſe boten, ſcheinen bis zu dem angegebenen Zeitpunkte nicht verſucht worden zu ſein. Mit großer Wahrſcheinlichkeit läßt ſich behaupten, daß in dem 3. Jahrhundert v. Chr. man Legirungen von Gold und Silber, ſelbſt wenn man die Natur ihrer Beſtandtheile kannte, nicht zu zerlegen wußte, ja daß man damals nicht einmal daran dachte, durch chemiſche Mittel die Beſtimmung des einen Beſtandtheils zu verſuchen. Es beweiſt dies die bekannte Geſchichte, nach welcher Archimedes (285—212 v. Chr.), der mit allen naturwiſſenſchaftlichen Kenntniſſen ſeiner Zeit ausgerüſtete Gelehrte, eine Krone unterſuchen ſollte, die König Hiero von Syrakus hatte anfertigen laſſen, und in Bezug auf welche Verdacht vorlag, der Künſtler habe einen Theil des dazu beſtimmten Goldes zurückbehalten und das fehlende Gewicht durch Silber erſetzt. Archimedes wußte nach längerem Sinnen kein anderes Mittel, hierüber zu entſcheiden, als das ſpecifiſche Gewicht des Kleinods zu beſtimmen und mit den Dichtigkeiten des reinen Goldes und Silbers zu vergleichen. Die Möglichkeit der chemiſchen Zerlegung ſcheint alſo damals noch nicht erkannt geweſen zu ſein, denn wenn auch die einzelnen Umſtände dieſer keineswegs hinlänglich verbürgten Geſchichte vielleicht ungenau ſind, ſo lebte doch der Erzähler derſelben, Vitruvius (im 1. Jahrhundert v. Chr.), der Zeit des Archimedes zu nahe, als daß ſeine Mittheilung nicht über den Stand der damaligen Kenntniſſe, die Menge eines Beſtandtheils in einer Legirung zu ermitteln, Aufſchluß geben könnte.

Entdeckung der Cupellation.

Aus dem 2. Jahrhundert v. Chr. wird uns über Verfahrungsweiſen berichtet, die bei weiterer Ausbildung die erſten Operationen der analytiſchen Chemie bildeten. Sie betreffen die reinere Darſtellung der edlen Metalle, und namentlich des Goldes; es geſchieht um dieſe Zeit der erſten Verſuche der Cupellation Erwähnung. Agarthides von Knidos, ein Schriftſteller aus dem 2. Jahrhundert v. Chr., iſt der Erſte, der hierüber etwas mitgetheilt hat, wo er in ſeiner Beſchreibung des rothen Meeres auch von dem Goldbergbau der Aegypter ſpricht. Sein Werk iſt verloren gegangen;

Entdeckung der Cupellation.

doch hat Diodor von Sicilien die betreffenden Stellen uns aufbewahrt. Agarthides ſpricht hier zuerſt von der mechaniſchen Abſonderung des Goldes aus dem Erz (durch Pochen und Waſchen); den Goldſtaub, fährt er fort, übernehmen andere Werkmeiſter, ſchütten ihn in irdene Gefäße, ſetzen nach einem beſtimmten Gewichtsverhältniß Blei, Salz, ein wenig Zinn und Gerſtenkleie zu, ſchließen die Tiegel mit Deckeln, die ſie genau mit Lehm verſtreichen, und halten ſie fünf Tage und fünf Nächte im Feuer eines Schmelzofens. Nach deſſen Erkalten findet man in den Gefäßen reines Gold, mit einem geringen Verluſte, aber nichts von den zugeſetzten Stoffen.

Dieſe Beſchreibung läßt die ſtattgefundene Operation deutlich erkennen; es war im Weſentlichen die noch gebräuchliche Bleiarbeit. Die Unzweckmäßigkeiten des angegebenen Verfahrens beruhen vielleicht auf der Unkenntniß des Berichterſtatters, der nicht Mann vom Fach war, wahrſcheinlich aber auch auf der Unvollkommenheit des damaligen Wiſſens. Die Verkittung der Tiegel wird ſchwerlich luftdicht gehalten haben, und das Blei darin konnte ſich mit den anderen dem Gold beigemiſchten Subſtanzen verkalken; die Oxydation des Bleies wurde befördert durch einen Zuſatz von Zinn, verzögert durch die Zugabe einer organiſchen Subſtanz. Dafür aber auch wurde deſto länger erhitzt.

Eine ſolche Operation, wodurch das Gold gereinigt wurde, nannten die Griechen *ὄβρυζα*, das ſo geläuterte Gold ſelbſt *χρυσίον ὄβρυζον*. Die Römer lernten das Verfahren erſt von den Griechen kennen, denn es findet ſich bei ihnen die griechiſche Bezeichnung unverändert wieder. Obrussa heißt nach der Definition des Plinius die Reinigung des Goldes durch Feuer; die Operation wurde bei den Römern häufig angewandt, denn es erinnern an ſie in bildlicher Sprache auch Schriftſteller, die über andere Gegenſtände als die Metallurgie ſchrieben; obrussa heißt bei Seneca u. a. das Prüfungsmittel der Geſinnung z. B., gerade wie wir jetzt den von demſelben Gegenſtande entlehnten bildlichen Ausdruck Probirſtein brauchen.

Wir ſehen hier eine Art der Cupellation zur Reinigung des Goldes angewandt; daſſelbe Verfahren wurde bald auch zur Reinigung des Silbers benutzt. Der Geograph Strabo (zur Zeit der Geburt Chriſti) berichtet über die Darſtellung des reinen Silbers in Spanien. Das abgewaſchene Erz wurde hier mit Blei geſchmolzen, und nachdem dieſes, wie Strabo ſich ausdrückt, abgegoſſen (weggeſchafft) worden war (*ἀποχυθέντος τοῦ μολύβδου*), blieb reines Silber. Auch Plinius' Ausſage, ſo kurz ſie iſt

Entdeckung der Cupellation.

und ſo unverſtändlich ihm ſelbſt die Operation geweſen zu ſein ſcheint, beſtätigt, daß zur Reinigung des Silbers dieſes mit Blei cupellirt wurde, denn er ſagt: Excoqui (das ſilberhaltige Erz) non potest, nisi cum plumbo nigro aut cum vena plumbi, — — — — et eodem opere ignium descendit pars in plumbum, argentum autem innatat, ut oleum aquis. Hier iſt der Uebergang des verunreinigenden Theiles in das Blei und das Aufſchwimmen des reinen Silbers auf den Schlacken unverkennbar ausgedrückt.

Trennung des Silbers vom Golde bei den Alten.

Dieſe Methoden führten allerdings zum Ziele, wenn es darauf ankam, nur die edlen Metalle von den unedlen zu ſcheiden, allein mittelſt ihrer konnte man nicht Gold und Silber von einander trennen. Dieſe Aufgabe galt überhaupt in dem Alterthume für eine der ſchwerſten; noch im 6. Jahrhundert nach Chr. war dies der Fall, wie aus den Inſtitutionen des Juſtinianus (um 530) zu erſehen iſt, wo die Scheidung von Gold und Silber an Schwierigkeit der Trennung von Wein und Honig verglichen wird. Zu jener Zeit indeß, wo die Römer ihren Höhepunkt in techniſcher Fertigkeit erreicht hatten, waren auch Mittel bekannt, das Gold von Silber rein zu gewinnen. Die Operationen, welche man unter dem Namen der Cementation begreift, haben in jener Zeit ihren Urſprung. — Undeutlich in Bezug hierauf iſt Strabo, der über die ſeiner Zeit in Spanien übliche Verfahrungsweiſe nur mittheilt, man ſetze das Gemiſch aus Gold und Silber auf's Neue dem Feuer aus, ſo bleibe das Gold rein zurück; denn er verſchweigt die nothwendigen Zuſätze. Daß aber ſolche beigegeben wurden und welcher Art ſie waren, berichtet Plinius deutlich: Torretur (die Legirung) cum salis grumo, ponderis triplici misso (torretur cum salis gemino pondere, triplici myseos [Vitriol] nach einer andern Lesart), et rursum cum duabus salis portionibus, et una lapidis quem schiston vocant (Alaunſchiefer?); ita virus tradit rebus una crematis in fictili vase, ipsum purum et incorruptum. Die Cementation erſt mit Salz und dann mit Salz und Alaunſchiefer (oder erſt mit Salz und Vitriol und dann mit Salz und Alaunſchiefer) war alſo damals bekannt und angewandt.

Soweit reichen die Nachrichten über analytiſche Operationen auf trocknem Wege, die wir aus dem Alterthum beſitzen. Die Zeit von dem 1. bis 8. Jahrhundert unſerer Zeitrechnung brachte ihnen keine Verbeſſerungen, keinen Zuwachs; erſt die arabiſchen Chemiker nehmen unſere Aufmerkſamkeit wieder in Anſpruch durch genauere Kenntniß dahin gehöriger Verfahrungs-

Genauere Beſchreibung der Cupellation durch Geber.

weiſen. Unter ihnen iſt vorzüglich Geber hervorzuheben, der das Techniſche der Cupellation faſt nach ihrem heutigen Standpunkte kannte. In der Summa perfectiouis magisterii beſchreibt er die Aſchenprüfung (examen cineritii), wie er die Cupellation nennt, nach der lateiniſchen Ueberſetzung folgendermaßen: Est modus illius (der Cupellation), ut tollatur cinis cribellatus, aut calx, aut pulvis ossium animalium combustorum, aut horum omnium commixtio, aut quorundam. Dehinc itaque cum aqua madefiat, et super illud prematur manus, et fiat stratum firmum et solidum, et in medio strati fiat rotunda fovea solida et polita, et super illius foveae fundum spargatur vitri triti quantitas aliqua. Deinde vero exsiccari permittatur, et cum siccatum fuerit, ponatur illud, de cujus intentione sit tolerare examen, in foveam dictam, et super illam ignis fortis carbonum succendatur, et super faciem examinabilis suffletur corporis, donec fundatur; quo fuso, Saturni partem post partem projiciamus in illud, et super illud suffletur cum flamma fortis ignitionis, et dum videris illud agitari et moveri, motu concussionis forti, non est purum; exspecta igitur, donec totum evanescat plumbum, quod si evanuerit, et non cessat illius motus, non est depuratum. Iterato igitur super illud plumbum projice, et super illius faciem iterato suffla, donec plumbum separetur, quod si non quieverit, iterato plumbi projectionem, et sufflationem, et illius faciem perquire, quousque quiescat, et tu videas illud mundum et clarum in superficie sua. Geber fügt hinzu, daß man die Operation beſchleunigen könne durch Zuſatz von Salpeter, ſeiner Meinung nach, weil dieſer die Schlacken (sordes) ſchneller einſaugen laſſe. Er weiß, daß ſich durch die Cupellation Kupfer, Zinn und Blei vom Gold und Silber ſcheiden laſſen, und daß dieſe beiden die einzigen Metalle ſind, welche dieſer Probe widerſtehen.

Geber's Kenntniſſe erhielten unter den Chemikern, welche ihm aus ſeinem Volke nachfolgten, keinen Zuwachs; bei den Abendländern, welche die chemiſchen Operationen der Araber weiter ausbildeten, finden wir in dem 13. Jahrhundert erſt wieder beachtungswerthe Verbeſſerungen der analytiſchen Operationen auf trocknem Wege. Sie drehen ſich indeß alle noch um die Aufgabe, Gold und Silber zu prüfen, wie dies natürlich in jener Zeit eine Hauptaufgabe ſein mußte, wo alle chemiſchen Verſuche auf die künſtliche Darſtellung dieſer edlen Metalle hingingen. Um ächtes Gold und Silber von falſchem zu unterſcheiden, kennt Albertus Magnus noch kein beſſe-

res Mittel, als das Metall oft wiederholt ſtarkem Feuer auszuſetzen; in ſeiner Schrift de rebus metallicis et mineralibus verſichert er, daß er alchemiſtiſches Gold unterſucht habe, welches zwar ſechs- oder ſiebenmal das Feuer ausgehalten habe, noch öfter und ſtärker erhitzt aber doch ſich verſchlackt und als falſch ausgewieſen habe. Die Reinigung des Goldes und Silbers durch die Cupellation kannte er gut; das Verſchwinden des Bleies bezeichnet er als ein Verdampfen deſſelben; purificatur argentum, ſagt er in dem eben genannten Werke, in igne cum plumbo, et per ustionem exhalat plumbum et separantur sordes ab argento. Das Gold reinigte er durch Cementation und beſchrieb dieſe gleichfalls in der Schrift de rebus metallicis zuerſt genau: Attenuatur aurum in laminas breves et tenues, et ordinantur in vase, ita quod quilibet ordo laminarum subtus et supra habeat pulverem fuliginis et salis et lateris farinarum commistorum, et decoquitur in igne forti, donec purissimum est, et consumuntur in eo substantiae ignobiles.

Reinigung des Goldes und Silbers bei Albertus Magnus.

Die hier genannten Mittel zur Scheidung edler Metalle waren auch in dem 14. Jahrhundert in den Münzhäuſern und wo es ſich um genaue Beſtimmung handelte, die einzig angewandten. Eine Verordnung Philipp's von Valois von 1343 ſchreibt den franzöſiſchen Münzprobirern ſehr genau die Anwendung der Cupellation vor, die Verfertigung der Capellen, die Anwendung ſilberfreien Bleies und den Gebrauch genauer Waagen.

Baſilius Valentinus fügte in dem 15. Jahrhundert den analytiſchen Operationen auf trocknem Wege, die immer noch die Trennung edler Metalle faſt ausſchließlich zum Zwecke hatten, eine neue hinzu, die Scheidung des Goldes durch den Guß mit Antimon. In der Offenbarung der verborgenen Handgriffe beſchreibt er ſie folgendermaßen: »Nimm Gold, ſo viel du willſt, und ſechsmal ſo viel des beſten ungariſchen Antimonii (Schwefelantimon), thue es in einen Schmelztiegel und laß es wohl fließen; wenn es wohl gefloſſen iſt, ſo geuß es in einen Gießpuckel. — — Wenn es kalt geworden iſt, ſo thue den Antimonium aus dem Gießpuckel, ſchlage den König von den Schlacken ab, wiege den König, ſetze denſelben wiederum ſechsmal ſo ſchwer neues Antimonium zu, und mache es wie zuvor. — — Dann zum drittenmal — wiederum — wie zuvor. Wenn ſolches vollbracht iſt, ſo ſetze den Regulum auf einem breiten Treibſcherben in einen Ofen, unter einer Muffel, gieb ihm anfänglich ein gelind Feuer, darnach ſtärker, bis das Antimonium davon verraucht iſt, und ein gelber

Reinigung des Goldes durch Spießglanz.

Goldkuchen liegen bleibt.« Dann ſoll das Gold geſchmolzen werden, bis es vollkommen geſchmeidig iſt. — Baſilius Valentinus erreicht hier durch die öftere Wiederholung der Operation, was man ſpäter durch eine einzige, aber mit Zuſatz von Schwefel, erreichen lernte, nämlich auch Gold, welches einen ſtärkeren Gehalt an anderen Metallen hat, vollkommen zu reinigen.

Agricola's Kenntniſſe von Operationen auf trocknem Wege.

Agricola, in dem 16. Jahrhundert, kennt kein neues hierher gehöriges Verfahren, welches beſondere Beſprechung verdiente; mit allen vorhergehenden Operationen iſt er indeß wohl vertraut. Die Prüfung der Erze auf trocknem Wege behandelt er zwar in dem 7. Buche de re metallica ausführlich, allein es wird dabei ſtets vorausgeſetzt, daß ſchon bekannt ſei, welches Metall ſie enthalten, und ſeine Operationen zur Beſtimmung des Werthes des Erzes ſind dann im Kleinen dieſelben, wie ſie ſeiner Zeit auch im Großen zur Ausziehung der Metalle angewandt wurden; das Erz wird mit verſchiedenen Zuſätzen ausgeſchmolzen, bei queckſilberhaltigen der Gehalt an Queckſilber durch Deſtillation des Erzes mit verſchiedenen Zuſätzen beſtimmt. In dem 10. Buche deſſelben Werkes beſchreibt er die Scheidung des Goldes vom Silber auf trocknem Wege ausführlich; die im Vorhergehenden ſchon beſprochenen Verfahrungsweiſen ſind ihm genau bekannt; die Scheidung vermittelſt des Guſſes mit Schwefel wird von ihm zuerſt genau beſchrieben.

Agricola's Nachfolger beruhigten ſich mit den Kenntniſſen über die chemiſche Prüfung auf trocknem Wege, wie ſie von jenem zuſammengeſtellt worden waren. Dieſer Theil der Scheidekunſt machte im Laufe des 17. Jahrhunderts nur geringe Fortſchritte; wir haben uns bei den unbedeutenden Einzelnheiten, welche neu erkannt wurden, hier nicht aufzuhalten. Was in jener Zeit genauer und allgemeiner bekannt wurde, und ſpäter für die Kenntniß der Reactionen auf trocknem Wege Wichtigkeit erlangte, waren die Erfahrungen über die Färbung von Glas durch die verſchiedenen Metalle (vergl.: Glas, im III. Theile). Glauber beſchäftigte ſich viel damit, die edlen Metalle aus ihren Verbindungen rein abzuſcheiden, und machte vorzüglich darauf aufmerkſam, wie ſehr der Zuſatz von Salpeter die Abſcheidung der unedlen Metalle befördert.

In dem 18. Jahrhundert endlich ſchlug die analytiſche Chemie auf trocknem Wege die Methode ein, welche noch jetzt als die wichtigſte und vorzüglich angewandte anerkannt wird. Die Probirkunſt mit dem Löthrohre wird in die Chemie eingeführt.

Vorbereitet war dies durch die Kenntniß der Operationen auf trocknem Wege, deren wir in dem Vorhergehenden gedachten; durch die Erfahrungen über die Trennung der edlen Metalle, über die Färbung der Flüſſe durch die unedlen. In der erſten Hälfte des 18. Jahrhunderts kamen noch mehr Beobachtungen hinzu, welche die chemiſche Kenntniß von den Reactionen gewiſſer Subſtanzen auf trocknem Wege vermehrten. Pott's Arbeiten über das Verhalten der Erden und Steine im Feuer, welche er 1745 begann und lange fortſetzte, lehrten viele dieſer Körper nach den Erſcheinungen kennen, welche ſie zeigen, wenn ſie für ſich, oder mit verſchiedenen Salzen oder mit Glas, oder endlich mit anderen erdartigen Subſtanzen in verſchiedenen Verhältniſſen gemiſcht, ſtark erhitzt werden. Als Kennzeichen wurden hierbei faſt ausſchließlich die Schmelzungsverhältniſſe berückſichtigt. So z. B. berichtete er über die Unſchmelzbarkeit des Thons bei der höchſten Temperatur, die er noch erreichen konnte, und über die Schmelzbarkeit deſſelben bei einem Zuſatz von Kalk, oder Borax oder Flußſpath, oder Bleioxyd, oder Gyps, und gab das verſchiedene Ausſehen der geſchmolzenen Maſſen an, je nachdem mehr oder weniger von dem Zuſatz angewandt iſt.

Vorbereitung des Gebrauchs des Löthrohrs.

Alle Prüfungsmethoden, welche wir bis jetzt beſprochen haben, wurden im Großen vorgenommen; die Miſchung geſchah in Tiegeln, das Erhitzen in Oefen. Seit der Mitte des 18. Jahrhunderts wurde die Methode etwas bekannter, die Proben im Kleinen anzuſtellen, und ſich zur Erhitzung des Löthrohrs zu bedienen. Wenn wir die Geſchichte dieſes analytiſchen Verfahrens vollſtändiger überblicken wollen, müſſen wir etwas zurückgehen, um über den erſten Gebrauch des Löthrohrs Aufſchluß zu erhalten, und zu erfahren, wie es in die Chemie eingeführt wurde.

So alt auch die Kunſt des Löthens iſt, die bei den Alten bereits Anwendung fand, ſo früh auch ſchon bekannt war, daß man dem Glas (vergl. da) durch Blaſen eine beſtimmte Form geben kann, ſo ſcheint doch vor der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts das Löthrohr zum einen oder zum andern Zwecke nicht angewandt geweſen zu ſein. Bei allen Operationen, welche man jetzt mit Hülfe dieſer Vorrichtung ausführt, findet man, bis zu dem angegebenen Zeitpunkte, des Löthrohrs nicht erwähnt. Der ſog. hermetiſche Verſchluß, nämlich die Mündung eines Glasgefäßes zuzuſchmelzen, wird nach Libavius' 1613 gegebener Vorſchrift in der Art bewerkſtelligt, daß man den wie eine lange Röhre geformten Hals des Gefäßes im bloßen Feuer zuſammenfließen läßt, und derſelbe Chemiker ſchreibt noch vor, den

Einführung des Gebrauchs des Löthrohrs.

Digitized by Google

Einführung des Gebrauchs des Löthrohrs.

Verſchluß, wenn die Röhre weit ſei, in der Art zu bewirken, daß man ſie im Kohlenfeuer erhitze und mit einer Zange zuſammendrücke und um ſich ſelbſt drehe. Von einer Bearbeitung des Glaſes vor dem Löthrohre ſcheint alſo damals noch keine Rede geweſen zu ſein. Auch die übrigen Schriften jener Zeit, bei welchen man eine Erwähnung des Löthrohrs zu finden hoffen könnte, die techniſchen und von der Glasfabrikation handelnden, enthalten nichts darüber. Gedacht wird ſeiner zuerſt um 1660 in den Berichten über die Verſuche der Academia del Cimento zu Florenz, und zwar in einer Art, die es als ein damals noch ſehr wenig bekanntes Inſtrument anſehen läßt. Thermometer und ähnliche Apparate werden hier als die Fabrikate von Künſtlern angeführt, welche ſich ihrer eigenen Wangen als eines Blasbalges bedienen, indem ſie ihren Athem durch ein Werkzeug von Kryſtallglas in die Flamme blaſen und durch dieſes Mittel feine Arbeiten von Glas verfertigen.

Es iſt dies die erſte ſichere Nachricht über den Gebrauch des Löthrohrs; doch fand es damals noch keine Anwendung in der Chemie. Den Nutzen einer ähnlichen Einrichtung für die Scheidekunſt nahm man indeß bald wahr. In Kunkel's Ars vitraria experimentalis (erſchien zuerſt 1679) findet man den Glasblaſetiſch mit dem doppelten Blasbalg beſchrieben, und dabei auch angeführt, daß eine ſolche Vorrichtung einem Chemiker für viele Dinge nützlich ſei; ſo z. B. dürfe man, um einen Metallkalk zu reduciren und das darin enthaltene Metall zu beſtimmen, nur eine Kohle aushöhlen, den Metallkalk in die Höhlung legen und vermittelſt jener Vorrichtung die Flamme darauf richten.

Bald wurde das Löthrohr den Chemikern, und zwar hauptſächlich den Metallurgen, zu allgemeinerem Gebrauche angerathen. Der Erſte, welcher dies öffentlich that, war ein deutſcher Bergwerkskundiger, Johann Andreas Cramer [1]). In ſeinen (1739 zuerſt herausgekommenen) Elementis

[1]) J. A. Cramer war geboren zu Quedlinburg 1710, ſtudirte anfangs die Rechte, beſchäftigte ſich aber von 1734 an mit der Bergwerkswiſſenſchaft und Chemie. Er ging bald darauf nach Holland, wo er in Leyden Metallurgie vortrug und ſein obengenanntes Werk vorbereitete, bereiſte 1738 und 1739 England und ſpäter das ſächſiſche Erzgebirge, und wurde 1743 braunſchweigiſcher Kammerrath beim Berg- und Hüttenweſen. Aus dieſem Dienſte trieben ihn 1773 die Verfolgungen neidiſcher Feinde; er bereiſte noch 1775 die ungariſchen Bergwerke und kehrte 1777 nach Deutſchland zurück, in welchem Jahre er zu Berggieshübel ſtarb.

Einführung des Gebrauchs des Löthrohrs.

artis docimasticae empfiehlt er es zur Schmelzung kleiner Metallſtücke oder zur ſchnellen Prüfung anderer Foſſilien in kleinen Quantitäten. Es wird auch hier faſt nur das Schmelzen auf Kohle als das zu beachtende Kennzeichen berückſichtigt; doch findet auch der Zuſatz von Borax Anwendung. Das Löthrohr ſoll aus Kupfer verfertigt werden und unten mit einer, einen Zoll weiten, Kugel verſehen ſein, um die Feuchtigkeit aufzufangen.

Das Blaſen mit dem Munde ſcheint indeß den Metallurgen damals noch zu beſchwerlich geweſen zu ſein, denn ſtatt weiterer Ausbildung der Löthrohrproben findet man aus jener Zeit faſt nur Vorſchläge, ſtatt des von Cramer zuerſt angerathenen Löthrohrs eine Vorrichtung mit doppeltwirkendem Blasbalg zu gebrauchen. Dies rieth ſchon 1739 ein ſächſiſcher Bergbeamter, Carl Friedrich Zimmermann, der aber gleichfalls nur das Schmelzen an den Foſſilien beachtete, und Cramer ſelbſt gab in einem ſpätern Werke (den Anfangsgründen der Metallurgie, 1774) außer der Beſchreibung des Löthrohrs auch noch die eines ſolchen künſtlichen Blasapparates an.

Zu eigentlich chemiſchen Verſuchen wurde das Löthrohr am früheſten in Schweden gebraucht. Bereits 1746 wandte es Swen Rinmann zu der Unterſuchung eines eiſenhaltigen Zinnerzes an, welches er vor jenem Apparate einer Art Saigerung unterwarf, und prüfte auch in der Folge noch mehrere andere Foſſilien in dieſer Beziehung.

Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs.

Gleichzeitig mit ihm beſchäftigte ſich der ſchwediſche Bergrath Anton von Swab mit Löthrohrproben, und zwar ſoll er dies bereits um 1738 gethan haben, wie Bergman in ſeiner Commentatio de tubo ferruminatorio berichtet; wonach Swab gewöhnlich als der Erſte bezeichnet wird, der ſich des Löthrohrs zu chemiſchen Unterſuchungen bedient habe. Die erſte Abhandlung Swab's indeß, in welcher von einer Anwendung des Löthrohrs die Rede iſt, datirt von 1748 (ſie behandelt die Unterſuchung eines natürlich vorkommenden Spießglanzkönigs), und es ſteht dahin, ob Bergman's Angabe nicht auf einem Schreib- oder Druckfehler beruhe. Später wandte Swab das Löthrohr noch zur Unterſuchung anderer Mineralien an. Engeſtröm, deſſen hierhergehörige Leiſtungen wir ſogleich zu betrachten haben, verſichert, daß nicht Swab, ſondern Cronſtedt [1]) den erſten Gedanken, mit dem Löth-

[1]) Alexander Friedrich Cronſtedt war 1722 geboren. Er widmete ſich der Bergbauwiſſenſchaft und in Verbindung damit der Chemie. Als eins der thätigſten Mitglieder der Stockholmer Akademie ſtarb er 1765.

Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs.

rohr Mineralien zu unterſuchen, gehabt habe, und daß erſterer ſelbſt dem letzteren dieſe Ehre zugeſtanden habe.

Cronſtedt erwähnte des Löthrohrs zuerſt 1751, bei Gelegenheit ſeiner Verſuche mit dem Nickel; beſonders empfahl er es den Mineralogen in ſeinem „Förſök til Mineralogie“ (Verſuch der Mineralogie). Dies Buch erſchien zuerſt 1758 ohne Nennung des Autors, ſo daß Linné glaubte, vielleicht eben wegen der darin hervorgehobenen Prüfungsmethode, Swab ſei der Verfaſſer. Cronſtedt ſchätzte die Löthrohrverſuche hoch, weil er mittelſt ihrer die Beſtandtheile der Mineralien leichter zu erforſchen gedachte, und auf die chemiſche Zuſammenſetzung der Foſſilien die Klaſſification derſelben gründen wollte. Er bereits wandte als vorzüglichſte Reagentien die Soda, den Borax und das leichtſchmelzbare Harnſalz an.

Cronſtedt war auch der Erſte, der alles zu Löthrohrproben Nöthige zu beſtimmen und in eine compendiöſe Form zu bringen ſuchte, der den erſten tragbaren Löthrohrapparat conſtruirte, wie Engeſtröm berichtet, welcher ſpäter vorzüglich zur Ausbreitung der Kenntniſſe über das Löthrohr beitrug.

Die Nothwendigkeit dieſes Inſtruments für die Chemiker wurde indeß jetzt eingeſehen. Wallerius führte 1759 es zuerſt in einem chemiſchen Handbuche unter den nothwendigen Apparaten eines Scheidekünſtlers an, ohne indeß auf den Gebrauch deſſelben weiter einzugehen. Die erſte Anleitung dazu gab Guſtav von Engeſtröm, ſchwediſcher Münzwardein, als Anhang zu ſeiner (1770 publicirten) engliſchen Ueberſetzung des Cronſtedt'ſchen Verſuchs einer Mineralogie. Die Abhandlung wurde bald abgeſondert in Ueberſetzungen weiter verbreitet; ſie enthält die Art und Weiſe, wie Cronſtedt das Löthrohr anwandte, und die Beſchreibung des tragbaren Apparates, deſſen dieſer ſich bediente.

Zu derſelben Zeit, wo Engeſtröm's Anleitung herauskam, begann auch Bergman ſich mit Löthrohrverſuchen zu beſchäftigen. Anfangs publicirte er in einzelnen Abhandlungen nur nebenbei die Reſultate, welche ihm die Löthrohrprüfung für den gerade behandelten Gegenſtand ergeben hatte; ſo beſchrieb er z. B. 1773 in einer Abhandlung von den Erdarten auch das Verhalten der Kalk-, Magneſia-, Alaun- und Kieſelerde vor dem Löthrohre; 1777 in ſeiner disquisitio de terra gemmarum das der Edelſteine, und in mehreren anderen das Verhalten anderer einzelner Mineralien; 1777 indeß bereits hatte er die Zuſammenſtellung ſeiner Erfahrungen über die Löthrohrprüfung der Mineralien vollendet, welche 1779 als Commentatio

de tubo ferruminatorio herauskam. Man findet hier die genaue Beſchreibung des Löthrohrs, welchem **Bergman** eine etwas veränderte Einrichtung gab, die erſte genauere Unterſcheidung der innern und der äußern Flamme, die Anweiſung für den Gebrauch der Reagentien, als deren vorzüglichſte auch **Bergman** die Soda, den Borax und das Phosphorſalz erkannte. In einem zweiten Abſchnitte endlich beſchrieb er das Verhalten der Erdarten, der Salze, der entzündlichen Stoffe, der Metallkalke, Metalle und Erze vor dem Löthrohre [1]. Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs.

Bergman ſetzte die Löthrohrprüfungen auch noch nach der Herausgabe dieſer Schrift eifrig fort; noch mehr aber zeigte ſich dafür einer ſeiner Schüler, **Gahn** [2], thätig. Schon in der Commentatio de tubo etc. wird **Gahn** von **Bergman** als derjenige genannt, welcher die Anwendung des Löthrohrs zur Prüfung von Mineralien beſonders vervollkommnet habe, und wahrſcheinlich war es **Gahn**, welcher die meiſten Verſuche in **Bergman**'s Werke angeſtellt hat, da dem erſtern ſein Geſundheitszuſtand nicht erlaubte, ſich dauernd ſolchen Unterſuchungen hinzugeben. Das Löthrohr blieb auch ſpäter der von **Gahn** mit Vorliebe angewandte analy-

---

[1]) **Bergman** bediente ſich nicht nur der Kohle zur Unterlage, ſondern auch metallener Löffelchen, von Silber oder Gold; **Scheele**, der von 1774 an gleichfalls einzelne Lothrohrreactionen, z. B. über den Braunſtein, das Molybdän u. a., in ſeinen Abhandlungen mittheilte, wählte ein Silberblech zur Unterlage. Die Anwendung des Platinblechs geſchah erſt viel ſpäter.

[2]) **Johann Gottlieb Gahn** war 1745 auf den Worna-Eiſenwerken (Provinz Helſingland) in Schweden geboren, wo ſein Vater als Zahlmeiſter lebte. Seine erſte Ausbildung erhielt er auf der Schule zu Weſterås; 1760 bezog er die Univerſität Upſala, wo er ſich beſonders mit Chemie und Mineralogie beſchäftigte, und **Bergman**'s vertrauteſter Gehülfe bei allen Arbeiten des letztern wurde. 1770 nahm **Gahn** ſeinen Aufenthalt zu Fahlun, wo er, von der Regierung beauftragt, den Kupferſchmelzproceß mit großem Erfolge zu verbeſſern ſuchte; bald darauf wurde er Verwalter des Bergbaues zu Stora-Kopperberg. Er beſchäftigte ſich in dieſer Stellung viel mit der Nutzung aller Arten von mineraliſchen Producten, und gründete mehrere für Schweden neue Fabrikationszweige. 1782 wurde er zum Bergmeiſter ernannt, 1784 zum Aſſeſſor des Bergcollegiums zu Stockholm. Hier lebte er bis 1818, wo er zu Ende dieſes Jahres ſtarb. — **Gahn** publicirte von ſeinen zahlreichen Arbeiten nur ſehr wenig; das meiſte theilte er ſeinen Freunden zur Benutzung mit, hauptſächlich **Bergman**, die nicht immer gewiſſenhaft ihm ſeinen Antheil an den neuen Entdeckungen wahrten, ſo daß über viele Beobachtungen Unſicherheit herrſcht, ob ſie von den erſten Berichterſtattern derſelben oder von **Gahn** zuerſt gemacht wurden.

Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs.

tiſche Apparat, mit welchem dieſer alle ihm zugänglichen unorganiſchen Stoffe unterſuchte, und er erlangte in der Handhabung deſſelben die größte Fertigkeit, in der Auswahl der Reagentien, in den Schlußfolgerungen aus den Reactionen die größte Sicherheit. Gahn hat hinſichtlich des Praktiſchen im Gebrauche des Löthrohrs die Grundlage der jetzigen Anwendung dieſes Inſtrumentes feſtgeſtellt; von ihm geht die Anwendung des Platindrathes zu Löthrohrproben, die Entdeckung der Kobaltſolution als eines Löthrohrreagens, die Einrichtung des gewöhnlichen Tiſches zu Löthrohrverſuchen aus. Er ſelbſt publicirte indeß nie etwas weder über ſeine Methode, noch über die Reſultate ſeiner Forſchungen; daß dieſe uns erhalten ſind, verdanken wir Berzelius, der in den letzten Jahren von Gahn's Leben deſſen vertrauteſten Umgang genoß, ſeine Verfahrungsweiſen kennen lernte, weiter ausbildete und bekannt machte. Eine Mittheilung von Gahn über die Anwendung des Löthrohrs in der Chemie lag dem zu Grunde, was Berzelius 1812 bei der Herausgabe ſeines Lehrbuchs in dieſem über jenen Gegenſtand vortrug. Berzelius ſelbſt verfolgte dieſen Gegenſtand weiter, und beſtimmte für ſämmtliche Glieder des Mineralreichs ihr Verhalten vor dem Löthrohre mit einer Genauigkeit und Ausdauer, ſo daß von dieſer Seite die Kennzeichenlehre der Mineralogie mit Einem Male ein neues und in großer Vollendung ausgearbeitetes Kapitel erhielt. Die Frucht dieſer Bemühungen von Berzelius war ſeine Schrift über die Anwendung des Löthrohrs (im Schwediſchen zuerſt 1820 erſchienen), welche den Gebrauch dieſes Inſtrumentes unter den Chemikern und Mineralogen aller Nationen erſt allgemein gemacht hat.

Weit weniger Beachtung als in Schweden fand das Löthrohr um die Zeit des Anfangs unſers Jahrhunderts in den anderen Ländern Europa's. In der Schweiz hatte nur H. B. von Sauſſure[1]) ſich mehrfach damit

[1]) Horace Benedicte de Sauſſure war geboren 1740 zu Genf, wo er ſchon in ſeinem 22. Jahre Profeſſor der Naturwiſſenſchaften wurde. Sauſſure zeichnete ſich aus in der Geologie und Mineralogie, wofür er Reiſen in Frankreich, England und Italien anſtellte und viele Excurſionen in die Alpen unternahm, welche er in ſeinen Voyages dans les Alpes (1779 — 1796) beſchrieb; in der Meteorologie, die ihm viele Beobachtungen und richtige Erklärungen verdankt; in der Phyſik, welche er mit ſeinen Essais sur l'hygrométrie bereicherte. Er ſtarb zu Genf 1799. H. B. von Sauſſure war der Sohn Nicolas' von Sauſſure, eines durch ſeine Werke über Ackerbau berühmten Schriftſtellers, und der Vater von Theodor von Sauſſure,

beſchäftigt, der es auf ſeinen Reiſen in den Alpen zur ſchnellen Erkennung und Unterſcheidung der Mineralien gebrauchte, und deſſen Erfahrungen über die Anwendung und die Anzeigen dieſes Inſtruments 1794 den Chemikern bekannter wurden; ſeine Methoden ſtehen indeß hinter denen Gahn's weit zurück. In Deutſchland machte Hausmann [1]) 1810 eine Abhandlung über die Unterſuchung der Foſſilien mit dem Löthrohre bekannt. In England beſchäftigte ſich Wollaſton viel mit Löthrohrunterſuchungen, die er durch die Anwendung des Platinblechs erleichterte; er hat indeß nichts über den Gebrauch dieſes Apparates veröffentlicht. — Nach dem Bekanntwerden von Berzelius' Anleitung zu Löthrohrverſuchen beſchäftigten ſich in Deutſchland, England und Frankreich viele Mineralogen und Chemiker damit, und vermehrten die Kenntniſſe über die Reactionen der einzelnen Subſtanzen. Was durch die vereinten Bemühungen dieſer und die fortgeſetzten Arbeiten von Berzelius erkannt worden iſt, bildet unſer heutiges Wiſſen über die Anwendung des Löthrohrs überhaupt zu qualitativen Unterſuchungen; die Geſchichte der Chemie hat über dieſes nicht zu berichten, ebenſo wenig über neue Anwendungen des Löthrohrs, welche ganz der Gegenwart angehören, wie z. B. zu quantitativen Beſtimmungen. Wir beendigen ſomit die Berichterſtattung über die Entwicklung der analytiſchen Operationen auf trocknem Wege, und gehen zu dem zweiten Abſchnitte der Geſchichte der analytiſchen Chemie über, zu der Darſtellung, wie ſich die Kunſt, auf naſſem Wege zu analyſiren, heranbildete.

Ausbildung des Gebrauchs des Löthrohrs.

---

der gleichfalls für die Agricultur durch ſeine chemiſchen Unterſuchungen ſo Ausgezeichnetes gewirkt hat.

[1]) Johann Friedrich Hausmann iſt geboren zu Hannover 1782; er ſtudirte zu Göttingen, und wurde 1803 als Auditor bei dem Bergamte in Clausthal, 1805 als Secretär beim Berg- und Hüttenweſen in Braunſchweig angeſtellt. 1806 unternahm er ſeine berühmte Reiſe nach Schweden und Norwegen. Von der weſtphäliſchen Regierung wurde er 1809 zum Generalinſpector der Berg-, Hütten- und Salzwerke ernannt, welche Stelle er aber bald wieder aufgab; ſeit 1811 wirkt er zu Göttingen als Profeſſor der Technologie und Bergwerksswiſſenſchaft. Von ſeinen zahlreichen Schriften nennen wir hier nur die auf Mineralogie im engern Sinne gehenden, weil wir die Geſchichte dieſer Wiſſenſchaft in Bezug auf ihr Verhältniß zur Chemie weiter unten zu beſprechen haben. Es erſchienen von ihm »Kryſtallographiſche Beiträge« (1803), »Entwurf zu einer Einleitung in die Oryktognoſie« (1805), »Entwurf eines Syſtems der unorganiſirten Naturkörper« (1809), »Handbuch der Mineralogie« (zuerſt 1813, 2. Aufl. 1828).

Analytiſche Operationen auf naſſem Wege.

Erkenntniß der analytiſchen Operationen auf naſſem Wege.

Die analytiſchen Operationen auf trocknem Wege wurden zunächſt dadurch veranlaßt, daß man die ganze Menge eines bekannten Beſtandtheils aus einer Verbindung ausſcheiden wollte; im Gegenſatz hierzu bot das Beſtreben, ſich über die bloße Anweſenheit eines beſtimmten Stoffs in einem Körper zu belehren, den Anlaß zu den analytiſchen Operationen auf naſſem Wege. Bei der Ausübung gewiſſer Künſte, bei der Arzneibereitung, mußte ſich ſchon früh Aufforderung bieten zur Unterſuchung, ob gewiſſe Subſtanzen, die man anwenden wollte, wirklich die gehörige Beſchaffenheit hätten, inſofern, daß ihnen nicht ein anderer Stoff zugemengt ſei, der den gewünſchten Erfolg ſtören könne; und es genügte hier, nur zu entſcheiden, ob ein ſolcher Stoff vorhanden ſei oder nicht; es bedurfte nicht der Entſcheidung, in welcher Menge allenfalls dieſer Stoff zugegen ſei. Die Verfälſchungen der in der Technik und in der Pharmacie angewandten Körper ließen auf Mittel denken, ſich vor ihnen ſicher zu ſtellen, und zwar auf möglichſt leicht ausführbare Weiſe, und dieſe fand man in der Reaction auf naſſem Wege. Später wandte man dieſe Verfahrungsweiſe auch an, um überhaupt auf den Gehalt einer Verbindung an Beſtandtheilen (nicht bloß an künſtlich zugeſetzten, ſondern auch an natürlichen) zu ſchließen, und namentlich die Unterſuchung der Mineralwaſſer war es, an welche ſich bald die analytiſche Chemie auf naſſem Wege vorzugsweiſe anlehnte. Ueber ihren Gehalt an wirkſamen Beſtandtheilen zu entſcheiden, fand man ſich ſchon früh veranlaßt; man ſuchte nach Mitteln, ſie zu beſtimmen, und in dieſen Verſuchen hauptſächlich bildete ſich die analytiſche Chemie auf naſſem Wege aus.

In dieſem Abſchnitte haben wir alſo beſonders zu betrachten die erſte Benutzung von Reagentien überhaupt, die Entdeckung der wichtigſten Reagentien, die Entdeckung von Scheidungsmethoden auf naſſem Wege, die Auffindung einer Methode der Analyſe auf naſſem Wege, wie ſie ſich hauptſächlich an der Unterſuchung von Mineralwaſſern heranbildete, die

allgemeine Anwendung dieſer Art von Analyſe auf alle Körper endlich, namentlich auch ihre Vervollkommnung zu quantitativer Forſchung.

Erkenntniß der analytiſchen Operationen auf naſſem Wege.

Der erſte Verſuch von analytiſchen Operationen auf naſſem Wege ſcheint durch Verfälſchung oft gebrauchter Subſtanzen hervorgerufen worden zu ſein, und der Reactionen in dieſem Sinne bediente man ſich, ſoviel uns bekannt iſt, erſt zur Zeit des Anfangs unſerer Zeitrechnung. Der einfachſte und am früheſten erkannte Fall mochte wohl der ſein, wenn eine lösliche oder in Waſſer aufweichende Subſtanz mit einer unlöslichen und harten verfälſcht war, wo die bloße Behandlung mit Waſſer hinreichend iſt, die letztere wahrnehmen zu laſſen. Eine ſolche Prüfung ſchreibt Dioscorides vor, wo er der Verfälſchung des Grünſpans durch beigemengten Bimsſtein oder Marmor erwähnt; man ſoll eine kleine Menge der Subſtanz mit dem naſſen Finger reiben, wo ſich die verfälſchende Subſtanz durch das Gefühl offenbare.

Entdeckung der Reagentien.

Dieſes Verfahren iſt kaum ein chemiſches zu nennen, wohl aber ein anderes, gleichfalls von Dioscorides vorgeſchlagenes, welches zwar eigentlich in den vorigen Abſchnitt gehört, hier indeß beſſer ſeine Stelle findet. Die Verfälſchung des Grünſpans mit Chalcanthum (Vitriol) ſoll nämlich erkannt werden, indem man ihn auf einer heißen Klinge erhitzt, wo er (bei Gehalt an Eiſenvitriol) roth wird. Dieſelbe Prüfung ſchreibt Plinius vor, giebt aber auch zugleich Kenntniß von noch einem andern Verfahren, der erſten chemiſchen Reaction auf naſſem Wege. Die Verfälſchung des Grünſpans mit Eiſenvitriol wird nämlich nach ihm auch dadurch erkannt, daß man ihn auf ein mit Galläpfeln gebeiztes Papier legt, welches durch den Vitriol ſchwarz wird (Deprehenditur et papyro, galla prius macerato; nigrescit enim statim aerugine illita).

Die Galläpfel boten alſo das erſte Reagens dar, und mittelſt ihrer bereitete man auch das erſte Reagenspapier. Ihr Saft und der der Granatäpfel wurde auch damals ſchon in flüſſiger Form angewandt, um auf die chemiſche Natur einer Subſtanz ſchließen zu laſſen. Die Subſtanz, welche Plinius alumen nennt, kommt nach ihm in zwei Formen vor, von welchen ſich die flüſſige durch ihre phyſikaliſchen und chemiſchen Eigenſchaften auf ihre Aechtheit prüfen läßt. Hujus (substantiae, sc. aluminis) quoque duae species, liquidum spissumque; liquidi probatio ut sit limpidum lacteumque; — — an sit adulteratum deprehenditur succo Punici mali; sincerum enim mixtura ea nigrescit.

Entdeckung der Reagentien.

Dieſe Stelle ſoll uns hier nur über den Gebrauch des erſten Reagens Aufſchluß geben, nicht aber haben wir hier über das, was durch die Reaction eigentlich angezeigt wurde, und inwiefern auf die Subſtanz alumen die Reaction paßt, uns auszuſprechen (vergl. Alumen im III. Theile).

So lauten die erſten Nachrichten von analytiſchem Verfahren auf naſſem Wege, und außer dem hier Angeführten iſt uns von den Alten nichts überliefert worden, was die Geſchichte der analytiſchen Chemie in dieſer Beziehung anzuführen hätte. Einige Angaben müſſen wir indeß doch noch beibringen in Betreff eines Gegenſtandes, der für die Scheidekunſt auf naſſem Wege bald den nächſten Anlaß zu weiterer Vervollkommnung bot, in Betreff der Beſtandtheile der Mineralquellen nämlich.

Unterſuchung der Mineralwaſſer bei den Alten.

Die Kenntniſſe der Alten über die Mineralwaſſer in chemiſcher Beziehung laſſen ſich in Folgendem zuſammenfaſſen: Sie wußten, daß feſte Beſtandtheile, in reinem Waſſer aufgelöſt, die meiſten mineraliſchen Quellen conſtituiren; auf die Natur jener feſten Beſtandtheile ſchloſſen ſie mehr aus phyſikaliſchen Kennzeichen, aus dem Geſchmacke namentlich, als aus chemiſchen; die Schwefel enthaltenden Quellen erkannte man aus dem Abſatze des erſteren.

So wirken nach Plinius die Mineralwaſſer in Folge ihrer verſchiedenen Beimiſchungen, aliae sulphuris, aliae aluminis, aliae salis, aliae nitri, aliae bituminis, nonnullae etiam acida salsave mistura. — Von Archigenes aus Apamea, einem berühmten Arzte, der in Rom zu Trajan's Zeit (um 100 n. Chr.) ſeine Kunſt ausübte, ſtammt die Eintheilung in aquas nitrosas, aluminosas, salinas und sulphuratas. Dieſe Eintheilung iſt die jetzt noch oft angeführte; um ſie richtig zu verſtehen, muß man nicht vergeſſen, was die Alten unter nitrum und alumen verſtanden (es kann dies indeß erſt im III. Theile ausführlicher beſprochen werden), daß nämlich aluminosum und nitrosum nicht alaunartig und ſalpeterartig nach heutigen Begriffen ſind, ſondern eiſenhaltig und laugenſalzig; und des Archigenes' Eintheilung iſt ſomit: alkaliſche Waſſer (Seifenwaſſer), Stahlwaſſer, Salzquellen, Schwefelquellen.

Da die Alten den Gehalt des Waſſers an anderen Beſtandtheilen nicht durch Reagentien unterſuchten, ſo mußten ſie ſich, um über die Reinheit deſſelben urtheilen zu können, andere Kennzeichen aufſuchen. Nach Hippocrates' Bemerkung ſchon iſt dasjenige Waſſer das geſundeſte (und reinſte), welches am ſchnellſten heiß und wieder kalt wird. Deſſelben ſchwankenden

Kriteriums bediente man ſich noch zu Plinius' Zeiten. Reines Waſſer kocht zwar eher als ſalzhaltiges, aber der Unterſchied iſt doch nicht bedeutend genug, um ein ſicheres Kennzeichen abgeben zu können. Vitruvius giebt als eine Methode, die verſchiedene Reinheit des Waſſers zu unterſuchen, an, daß man es abdampfen ſolle, ob es größern oder geringern Rückſtand hinterlaſſe. Auch daß in reinem Waſſer ſich Hülſenfrüchte eher weich kochen, als in ſolchem, welches Beimiſchungen enthält, war den Alten bekannt.

Unterſuchung der Mineralwaſſer bei den Alten.

Keine Spur, daß die analytiſche Chemie auf naſſem Wege einen Fortſchritt gemacht habe, findet ſich bei den Völkern, welche nach den Römern als chemiſche Kenntniſſe beſitzend zu beachten ſind. Die Alexandriner ſcheinen von der Kunſt der chemiſchen Analyſe nichts gewußt zu haben; bei den Arabern treffen wir nur Vervollkommnung der Operationen auf trocknem Wege. Erſt bei den Abendländern, ſeit dem 13. Jahrhundert, werden wieder Operationen erwähnt, denen wir hier Aufmerkſamkeit ſchenken müſſen. Auch ſie, wie alle analytiſchen Arbeiten jener Zeit, ſtehen in Beziehung zu der Erkennung und Beſtimmung edler Metalle. Im Anfange werden ſie nur ganz gelegentlich angemerkt, und man ſieht deutlich, daß man damals auf dieſe Art, die Beſtandtheile zu beſtimmen, nur geringen Werth legte. Albertus Magnus erwähnt in ſeiner Schrift Compositum de compositis bei den Eigenſchaften der Salpeterſäure, daß ſie auch das Gold vom Silber ſcheidet. Aurum ab argento separat (die Säure), das iſt die ganze Beſchreibung, die er von der erſten Trennung zweier Metalle auf naſſem Wege giebt.

Kenntniſſe uber die Reagentien bei den Alchemiſten.

Mehr hierhergehörige Verfahrungsweiſen kennt Baſilius Valentinus; es geht dies indeß mehr aus den Reſultaten hervor, die er anführt (vergl. I. Theil, Seite 79), als daß er ſeine Methoden genauer mittheilte. Einen Körper, der als Beſtandtheil in eine Verbindung eingegangen iſt, wieder iſoliren, heißt bei ihm gewöhnlich: ihm die verlorene Farbe wiedergeben, und hierfür giebt er an vielen Stellen dem Verfahren auf naſſem Wege den Vorzug. In dem I. Buche ſeines letzten Teſtaments ſpricht er z. B. von der Schwierigkeit, aus einer Legirung von viel Kupfer mit wenig Silber das letztere wieder abzuſcheiden: »Das Silber nun aus dem Kupfer zu bringen und ihm ſeine eigene Farbe wiederzugeben, iſt eine große Kunſt, welche die Schmelzer nicht wiſſen, ſondern ſie gehört in die chymiſche Kunſt und in das Laboratorium.« Aber über die Einzelnheiten der Kunſt theilt er nichts mit, nur im Allgemeinen ſpricht er, z. B. in derſelben

Kenntniſſe über die Reagentien bei den Alchemiſten.

Schrift, wo er von dem reinen und unreinen Metalle handelt, und von den Mitteln, das letztere rein zu machen: »Man legt große Unkoſten,« drückt er ſich aus, »auf die ſcharfen Waſſer (Säuren), damit man die höheren Metalle auseinander bringt; man thut es auch, wie man es nennt, im Guß, — — — beſſer iſt's gethan mit einer Lauge.« Baſilius Valentinus ſetzt übrigens zuerſt die Analyſe auf naſſem Wege der auf trocknem Wege entgegen; in ſeinen Schlußreden ſagt er: »Zuletzt merke, daß die Philosophi zween Wege gehabt, den naſſen Weg, welchen ich gebraucht habe, ſodann den trocknen Weg.« Allein er geht auf keine nähere Erläuterung ein.

Agricola's Kenntniſſe über Reagentien.

Agricola, über deſſen analytiſche Kenntniſſe wir nun zu berichten haben, theilt dieſelben offener mit. Größtentheils wandte er dabei, wie wir oben geſehen haben, den trocknen Weg an; von ſeinen Operationen auf naſſem Wege ſind folgende hervorzuheben. Die Scheidung des Goldes vom Silber beſchreibt er zuerſt genau im 10. Buche de re metallica. Das goldhaltige Silber wird fein vertheilt und mit Salpeterſäure behandelt; residet in fundo aurum colore nigricans, argentum cum aqua permistum supernatat. Auch viele Cemente ſchreibt er zu dieſer Trennung vor, welche meiſt Eiſenvitriol enthalten; doch kann ich keine deutliche Nachricht bei ihm finden, daß er die Säure dieſes Salzes zur Abſcheidung des Silbers vom Gold bereits gebraucht habe.

Unterſuchung der Mineralwaſſer im 16. Jahrhundert.

Agricola's Zeitgenoſſe, Paracelſus, kannte gleichfalls die Trennung des Goldes vom Silber durch Scheidewaſſer, und beſchreibt ſie ausführlich. Wichtiger aber wird noch Paracelſus, weil er die Reihe derer eröffnet, welche der chemiſchen Unterſuchung der Mineralwaſſer größere Aufmerkſamkeit ſchenken. Seine Methoden hat er zwar nicht genau mitgetheilt, und die Analyſen, die er mitunter angiebt, ſind wohl ſchwerlich die Reſultate wirklich angeſtellter Verſuche. Eine wichtige Reaction indeß iſt durch ihn bekannt geworden, die Beſtimmung der eiſenhaltigen Waſſer durch Galläpfeltinctur.

Nach Paracelſus kam eine ganze Schaar von Pfuſchern, welche die Zuſammenſetzung der Mineralwaſſer zum Gegenſtande ihrer Forſchung machten; ihr Oberhaupt iſt Thurneyſſer, beſonders in ſeiner Schrift »Pison oder von kalten, warmen, mineriſchen und metalliſchen Waſſern« (1572). Um die wirkſamen Beſtandtheile der Mineralquellen zu finden, war die damals eingeſchlagene Methode im Allgemeinen folgende: Ein

Gefäß (die Menſur) iſt im Innern mit einem in 24 Theile getheilten Maßſtabe verſehen, an dem ein Bleiloth befeſtigt iſt, zur verticalen Stellung des Gefäßes. Dieſes hält, bis an den oberſten Theilſtrich gefüllt, ein halb Pfund Regenwaſſer (das Gewicht ſoll immer bürgerliches Nürnbergiſches ſein, das Pfund zu 32 Loth). Es wird die Menſur mit dem zu unterſuchenden Waſſer bis zum oberſten Theilſtrich gefüllt und gewogen; der Ueberſchuß an Gewicht, den das Mineralwaſſer in Vergleich mit reinem Waſſer zeigt, läßt ſchon auf den Gehalt an fremden Beſtandtheilen ſchließen. Die in der Menſur abgemeſſene Menge Waſſer wird abdeſtillirt (in verſchiedenen Graden, deren nähere Beſprechung aber hier nicht nöthig iſt); der Rückſtand wird gewogen, gepulvert, wieder aufgelöſt und zur Kryſtalliſation gebracht. Die erhaltenen Kryſtalle werden geglüht; was verbrennt, iſt Nitrum, was in Waſſer leicht löslich iſt und im Glühen roth wird, iſt Vitriol, was in Waſſer nicht leicht löslich iſt, wird als Blei beſtimmt. Was nicht kryſtalliſirt iſt, wird Salz genannt; nur in ſchwefelhaltigen Waſſern iſt dieſe Portion als Schwefel anzuſehen. — Auch das Deſtillat ſoll beſonders unterſucht und deßhalb nochmals abgedampft werden; wird der Rückſtand daraus beim Glühen blau, ſo enthält das Mineralwaſſer Silber oder Gold; verflüchtigt er ſich, Queckſilber; wird er braun, Kupfer; bleibt er weiß, Zinn.

Unterſuchung der Mineralwaſſer im 16. Jahrhundert.

Aus ſolchem Unſinn, aus ſolchen Widerſprüchen entwickelt ſich die heutige Mineralwaſſeranalyſe. — Beſſer als die meiſten Analytiker des 16. Jahrhunderts verſtand Libavius die Kunſt, die Mineralwaſſer zu zerlegen. Auch Libavius befolgt im Allgemeinen die Methode der Zerlegung auf trocknem Wege, und in ſeiner Anleitung zur Probirkunſt giebt er nichts Anderes, als was ſchon Agricola mitgetheilt hatte; in ſeinem Buche de judicio aquarum mineralium operirt er jedoch auf naſſem Wege, und vermeidet hier wenigſtens die groben Irrthümer, welche die Verfahrungsweiſen ſeiner Vorgänger entſtellen. Die Unterſuchung des Mineralwaſſers ſoll in der Nähe der Quelle vorgenommen werden, damit nicht die gasförmigen Beſtandtheile (spiritus) bei längerem Transporte entweichen. Zuerſt wird die segregatio spirituum vorgenommen; eine beſtimmte Menge des Waſſers wird in eine Retorte gethan, an welche die Vorlage dicht angekittet iſt; dieſe letztere wird überdies ſehr kalt gehalten. Bei ſehr gelinder Wärme wird nun deſtillirt, in der Vorlage ſammeln ſich die spiritus (mit Gas ſehr ſtark geſchwängertes Waſſer). — Darauf folgt die Trennung des Waſſers

Libavius' Methode, Mineralwaſſer zu unterſuchen.

Libavius' Methode, Mineralwaſſer zu unterſuchen.

von den feſten Beſtandtheilen, segregatio aquositatis et contentorum. Eine beſtimmte Menge Waſſer wird im Aſchenbad bis zur Honigconſiſtenz abgedampft; in dieſe concentrirte Löſung ſteckt man Halme oder Bindfaden, und wartet die Kryſtalliſation ab. Durch dieſe ſoll man den Alaun von dem Vitriol, das (Koch-) Salz von dem Salpeter u. ſ. w. unterſcheiden. Auch die Sublimation des Rückſtandes laſſe zwar in einigen Fällen den einen Beſtandtheil von dem andern trennen, allein kryſtalliſiren laſſen, die Mutterlauge weiter abdampfen und wieder zur Kryſtalliſation bringen und ſo fort, bleibt doch das hauptſächlichſte Mittel zur Erkennung der in dem Waſſer enthaltenen Salze. Um ganz allgemein zu entſcheiden, ob ein Waſſer mineraliſch iſt, kann man ſich auch nach Libavius des einfachen Mittels bedienen, ein leinenes Tuch mit dem fraglichen Waſſer zu tränken und trocknen zu laſſen; die Zunahme an Gewicht laſſe auf die Größe des Gehalts an mineraliſchen Subſtanzen ſchließen. — Reagentien wandte Libavius ſehr wenig an, er kannte jedoch die Eigenſchaft der eiſenhaltigen Quellen, mit dem Safte mehrerer Pflanzen, der Eichen, Erlen, Galläpfel z. B., ſich zu ſchwärzen, allein er bemerkt, daß dunkle Färbung durch Anwendung dieſer Mittel auch bei ſolchen Waſſern eintrete, in welchen Kupfervitriol aufgelöſt iſt, und hält hiernach das in dem Schwalbacher Weinbrunnen enthaltene Metall für Kupfer. Evenit aliquando, ſagt er, ut aqua vinei fontis Langensbalbensis deferretur in vasculis e quercu recentibus. Ea inter portandum nigra evasit tanquam atramentum sutorium. Indicio est, illas aquas multo corporali chalcantho (Kupferſalz) constare, id quod arguitur quoque flore puniceo. Sed et ferri minera indicatur. Nam hujus quoque, ut et aeris vitriolo, nigrantur aquae. — So unſicher war die Kenntniß des Chemikers, der um 1600 der ausgezeichnetſte ſeines Faches war. Farbe, Geruch und Geſchmack der Mineralwaſſer bilden ihm noch außerdem die vorzüglichſten Anhaltspunkte zur Beſtimmung ihrer Beſtandtheile.

Um ſich dieſen fortwährend ſo unvollkommnen Zuſtand der analytiſchen Chemie zu erklären, muß man ſich der Unſicherheit erinnern, welche damals noch über den Begriff von Beſtandtheilen, von Verbindungen u. ſ. w. herrſchte. Die Anſicht, daß eine Verwandlung der Metalle durch chemiſche Hülfsmittel möglich ſei, daß die verſchiedenartigſten Stoffe in einander übergeführt werden können, bildete das größte Hinderniß für die Ausbildung der analytiſchen Chemie. Van Helmont mußte noch bewei-

ſen, daß ein Metall durch die Auflöſung nicht zerſtört wird, ſondern daß es noch ganz in der Auflöſung enthalten iſt. Scheele mußte viel ſpäter noch zeigen, daß ſich die Kieſelerde nicht in Alaunerde verwandeln läßt. Die ausgezeichnetſten Chemiker des 17. Jahrhunderts waren noch der Meinung, daß die Laugenſalze durch Einwirkung des Feuers auf Holz, Weinſtein u. ſ. w. geſchaffen werden, nicht, daß ſie darin ſchon fertig gebildet enthalten ſind; man glaubte damals noch, ein Alkali laſſe ſich durch zweckmäßige chemiſche Behandlung in eine Säure verwandeln, und auch den umgekehrten Erfolg könne ein geſchickter Chemiker erreichen. Wie konnte aber in jener Zeit, wo von Vielen noch die Ausziehung eines Beſtandtheils für eine Schaffung deſſelben gehalten wurde, von Erfolg in der analytiſchen Chemie die Rede ſein, wie von Zuverläſſigkeit über die Angabe des Vorkommens mehrerer Erden bei einander in derſelben Verbindung, wenn man durch chemiſche Mittel die eine derſelben in die andere überzuführen können glaubte?

Fortſchritte in der Kenntniß der Reagentien.

Ich werde noch in dieſem Theile die Entwicklung der Kenntniſſe über Beſtandtheile, chemiſche Verbindung u. ſ. w. weitläufiger beſprechen; hier kann ich nur anführen, daß von der erſten Hälfte des 17. Jahrhunderts an richtigere Anſichten über dieſe Gegenſtände, über die Unveränderlichkeit der Beſtandtheile, wenn ſie auch in chemiſche Verbindungen eingehen, bei einzelnen beſſeren Chemikern ſich langſam Bahn brachen. Man lernte die Zuſammenſetzung mehrerer Verbindungen, vieler Salze namentlich, kennen; van Helmont, Glauber und Andere erwarben ſich darum weſentliche Verdienſte, Tachenius außerdem noch beſonders dadurch, daß er die genauere Kenntniß mehrerer Reagentien erweiterte. Sein Hippocrates chemicus (1666) ſchließt ſchätzbare hierher bezügliche Erfahrungen ein. Tachenius prüfte die Wirkung der Galläpfeltinctur auf Kupfer, Blei, Eiſen, Queckſilber u. a., und unterſchied die Farben der entſtehenden Niederſchläge; er erkannte die reducirenden Wirkungen dieſes Reagens auf Goldſolution. Er nahm wahr, daß die Auflöſung des Aetzſublimats in Waſſer durch feſte und flüchtige Laugenſalze verſchieden gefällt wird. Seine analytiſchen Kenntniſſe befähigten ihn zu mehreren Urtheilen, welche ſeine unwiſſenderen Vorgänger nicht abgeben konnten. So z. B. behauptete er, daß das Eiſen innerlich angewandt nicht durch den Harn ſecernirt werde, auf den Grund hin, weil ſich in dieſem durch Galläpfeltinctur kein Eiſen nachweiſen laſſe. Dem Roſenwaſſer ſchrieb man ſeiner Zeit eine wurmabtreibende Kraft zu; er zeigte, daß dieſe auf einem Gehalt an Kupfer beruht, welchen das Waſſer

Tachenius.

Fortſchritte in der Kenntniß der Reagentien. aus den kupfernen Deſtillirgeräthſchaften an ſich zieht, und bewies die Richtigkeit ſeiner Behauptung, indem er das Kupfer aus dem Roſenwaſſer durch Kali ausfällte. Er zeigte den Unterſchied des gemeinen Waſſers vom deſtillirten, und daß erſteres ſtets Salz enthalte, denn es gebe mit Silberſolution einen Niederſchlag wie eigens zubereitetes Salzwaſſer. — Solche Kenntniſſe in der analytiſchen Chemie beſaßen damals nur ſehr Wenige.

Boyle. Doch wird Tachenius in dieſer Beziehung noch übertroffen durch Boyle. Kein Chemiker jener Zeit erkannte ſo wie Boyle die Unvollkommenheit der damaligen Analyſirmethoden, namentlich ſchienen ihm alle die Zerlegungen, welche die Elementarconſtitution eines Körpers darthun ſollten, in keiner Weiſe dieſem Zwecke zu genügen. Die Anſicht, daß das Feuer das kräftigſte Agens ſei, um eine Subſtanz in ihre letzten Beſtandtheile zu zerlegen, beſtritt er mit Erfolg durch die Bemerkung, daß ja das Feuer nicht einmal unter allen Umſtänden gleichmäßig auf dieſelbe Subſtanz einwirke, anders nämlich bei der Erhitzung an der Luft, anders in verſchloſſenen Gefäßen. Seine richtigeren Anſichten über den Begriff einer chemiſchen Verbindung, eines Beſtandtheils und ähnliche Gegenſtände (vergl. den Abſchnitt: Chemiſche Verbindung, in dieſem Theile) ſetzten ihn in den Stand, mit mehr Erfolg als alle Früheren für die analytiſche Chemie thätig zu ſein. Weniger beſchäftigte ihn dabei die Aufſuchung der Elemente in den verſchiedenen chemiſchen Verbindungen, als vielmehr die Ermittlung der nachweisbaren näheren Beſtandtheile in ihnen. Sein Chemista scepticus enthält ausgezeichnete Betrachtungen über die Richtung, welche die analytiſche Chemie damals allein mit Nutzen verfolgen konnte; ich verſchiebe die genauere Mittheilung dieſer Betrachtungen bis zu dem Abſchnitte, welcher die Geſchichte der Anſichten über die chemiſchen Elemente vollſtändiger enthält. Hier wollen wir nur noch bemerken, daß auch die Bezeichnung Analyſe im chemiſchen Sinne ſich zuerſt bei Boyle gebraucht findet, wenigſtens wird dies Wort bei ihm immer noch als ein neues und nicht Allen ſogleich verſtändliches im Druck hervorgehoben. So namentlich in dem Chemista scepticus, wo er davon ſpricht, daß das Feuer nicht unbedingt als das zerlegende Agens angeſehen werden könne; z. B.: Hoc observabo, quod uti consideratu dignum est in mixtorum corporum Analysi, ignis ne in ea agat, quando aperto aëri sunt exposita, an quando obturatis vasis inclusa, ita non parvi sit momenti gradus ignis, quo Analysin molimur. Oder: Nos velint (die Anhänger der alten Meinung) judicare, divisionem

Fortſchritte in der Kenntniß der Reagentien. Boyle.

igne factam veram esse in sua principia Analysin, ejusdemque producta appellationem corporum elementarium mereri. Oder: Hinc inferre nobis licet, ignem universalem omnium corporum mixtorum Analystam haud esse, cum ex metallis et mineralibus, in quibus Chymici operam suam maxime collocarunt, vix ulla appareant, quorum Analysin igne instituere queant. Und ſo finden ſich noch viele Stellen bei ihm.

Nachdem wir ſo die Einführung des jetzigen Namens für den Zweig unſerer Wiſſenſchaft, deſſen Geſchichte uns eben beſchäftigt, kennen gelernt haben, wollen wir die analytiſchen Kenntniſſe Boyle's etwas genauer betrachten. Es ſind dieſe in ſo vielen einzelnen Schriften zerſtreut, daß die ſpeciellere Angabe für jede einzelne Wahrnehmung hier zu weitläufig würde. Seine Kenntniß der Reagentien iſt es, welche uns hier am meiſten intereſſirt, und dieſe wollen wir in Einer Zuſammenſtellung geben.

Säuren im Allgemeinen erkannte Boyle durch die rothe Färbung des Saftes von Lackmus, Veilchen und Kornblumen; Alkalien durch die rothe Färbung gelber Pflanzenfarben und durch die grüne des Veilchen- und Kornblumenſaftes; auch dadurch, daß jede Klaſſe dieſer Körper die Farbe wieder herſtellt, welche die andere verändert hatte. Die Pflanzenſäfte wandte Boyle als Tincturen oder auch auf Papier ausgedrückt an; er hatte die Einwirkung der Säuren wie der Alkalien auf eine große Menge der verſchiedenartigſten Pflanzen unterſucht. — Von den Säuren erkannte er die Schwefelſäure durch ihre Fällung mit Kalkſalzen, die Salzſäure mittelſt Silberlöſung. — Von den Alkalien unterſchied er das Ammoniak durch den weißen Nebel, den es mit Dämpfen von Salzſäure oder Salpeterſäure macht. Auch war ihm bekannt, daß das flüchtige Laugenſalz die Sublimatlöſung anders fällt als das fixe. Reagens auf Kalk war ihm die Schwefelſäure. — Das Kochſalz erkannte er durch die Silberſolution und ſchlug dieſe bereits vor, den Salzgehalt des Meeres quantitativ feſtzuſtellen; hier findet ſich auch die erſte Angabe über die Empfindlichkeit eines Reagens, daß nämlich 1 Theil Salz, in 3000 Theilen deſtillirten Waſſers gelöſt, noch durch Silberſolution angezeigt wird. — Ueber die Reactionen der Metalle wußte Boyle, daß eine kupferhaltige Flüſſigkeit durch Ammoniak blau gefärbt, eine ſilberhaltige durch Salzſäure niedergeſchlagen wird; daß Gold, wie auch Silber, ſich aus ſeiner Löſung durch einen Zuſatz von Queckſilber ausſcheidet; daß eiſenhaltige Flüſſigkeiten der Eichenlaub-, Blau-

Fortſchritte in der Kenntniß der Reagentien. Boyle.

holz- und Galläpfeltinctur eine ſchwarze Farbe mittheilen, und wies vermittelſt dieſer Reaction Eiſen im Blutſtein nach; endlich, daß eiſenhaltige Foſſilien ſich auch durch ihre Wirkung auf den Magnet erkennen laſſen, wie er denn auf dieſe Art den Eiſengehalt der Granaten nachwies. Boyle klagt, daß es ſehr ſchwer zu erkennen ſei, ob eine Flüſſigkeit weißen Arſenik aufgelöſt enthalte; als Reagens dafür giebt er Sublimatlöſung an, welche einen weißen Niederſchlag hervorbringe. Von Trennungen auf naſſem Wege, die er kannte, erwähne ich der Scheidung des Kupfers von Gold durch Salpeterſäure, und des Silbers vom Kupfer durch Auflöſen und Fällen mit Kupfer.

Unterſuchung der Mineralwaſſer im 17. Jahrhundert.

In den anderen Ländern war man damals weit entfernt, ebenſo unterrichtet in der chemiſchen Analyſe zu ſein, oder nur Boyle's Belehrung gehörig zu nützen. Die qualitative Zerlegung auf naſſem Wege wurde wenig betrieben; quantitative Reſultate mittelſt dieſer Methode zu erreichen, galt faſt für unmöglich. Charakteriſtiſch für die analytiſchen Kenntniſſe der Chemiker jener Zeit iſt eine Abhandlung des würtembergiſchen Leibarztes Roſinus Lentilius (aus Kurland gebürtig), welche in die Ephemeriden der deutſchen Naturforſcher für 1686 aufgenommen iſt, und über die Prüfung der Mineralwaſſer handelt. Die Reagentien ſind die gewöhnlichſten Säuren und Salzlöſungen, aber eine beſtimmtere Angabe über die Art ihrer Wirkung, ihren Gebrauch und ihre Anzeigen ſucht man vergebens. Für ſehr verwegen aber hält es Lentilius, daß Einige die in einer beſtimmten Menge Mineralwaſſers enthaltenen Beſtandtheile ſelbſt dem Gewichte nach angeben wollen und dieſes ſogar bis auf Unzen und Drachmen berechnen. Zahlreich waren indeß die Chemiker damals noch nicht, auf welche ein ſolcher Vorwurf bezogen werden konnte. In Frankreich war man in der Kunſt, Mineralwaſſer zu analyſiren, um nichts weiter; noch 1667 ſuchte da ein Dr. Peter Givry zu beweiſen, daß alle Mineralquellen nichts als Alaun und Eiſen enthalten.

Welcher Art die analytiſchen Kenntniſſe damals waren, geht genügend aus einzelnen Meinungen der bedeutendſten Chemiker hervor, welche nur bei vollkommener Unkenntniß der chemiſchen Zerlegungskunſt ſich aufſtellen ließen; ſo z. B. aus Becher's Anſicht über die künſtliche Erzeugung des Eiſens, daß man es durch Glühen von Lehm mit Oel machen könne. Ebenſo behauptete Kunkel, obgleich er den Schwefelgehalt im Zinnober und rohen Antimon nicht leugnete, doch, Bleiglanz, Rothgültigerz und

Glaserz enthielten keinen Schwefel. Auf einem nicht unrichtigen Princip, allein in der Wahl der Mittel verfehlt, beruhte ſein für die quantitative Analyſe wichtiger Vorſchlag, die Menge von wirklicher Säure in dem an Stärke ſo verſchiedenen Scheidewaſſer in der Art zu beſtimmen, daß man Silber darin auflöſe, und dann abrauche, bis rothe Dämpfe zum Vorſchein kommen.

Unterſuchung der Mineralwaſſer im 17. Jahrhundert.

Beſſere Einſicht in die Zerlegung der Mineralwaſſer als die Vorhingenannten hatten um das Ende des 17. Jahrhunderts Duclos in Frankreich und Hiärne in Schweden. Duclos [1]) unterſuchte 1670 viele franzöſiſche Mineralquellen, und wies in ihnen Kochſalz und eine gypsähnliche Subſtanz (es war wirklich Gyps) als Beſtandtheile nach. Auch er urtheilte noch über die Natur der Salze aus ihren äußeren Eigenſchaften, zu deren Beſtimmung er das Mikroſkop zu Hülfe nahm; doch bediente er ſich auch einiger Reagentien, nämlich Galläpfeltinctur, Lackmustinctur, Schwertlilienſaft und Eiſenvitriollöſung. Nach ihm wurden in Frankreich viele ſolcher Unterſuchungen ausgeführt, allein meiſt mit ſehr ſchlechten Reſultaten. So ſuchte C. J. Geoffroy 1724 das Mineralwaſſer zu Paſſy zu zerlegen und nachzumachen, und glaubte das letztere vollkommen zu erreichen, wenn er 10 Gran Eiſenvitriol zu 8 Unzen Waſſer ſetze. Er ließ ſomit den Wunſch und die Hoffnung noch nicht in Erfüllung gehen, welche ſchon Baco von Verulam in ſeiner Schrift de augmentatione scientiarum ausgeſprochen hatte, daß es den Fortſchritten der Chemie bald gelingen möge, alle Mineralwaſſer künſtlich genau nachzumachen. — Hiärne beſchrieb von 1679 bis 1702 viele ſchwediſche Mineralquellen in chemiſcher Beziehung, und bediente ſich dabei der damals bekannten Reagentien, zu deren weiterer Unterſuchung er aufforderte; 1707 erſchien von ihm Brevis manuductio ad fontes medicales et aquas minerales solerter investigandas, rite probandas, ex arte applicandas. In derſelben Art arbeitete auch Henkel 1720, der bei der Unterſuchung der Schlackenbäder zu Freiberg Galläpfeltinctur, Veilchenſaft, Säuren und Alkalien als Reagentien anwandte. — Aber weit übertroffen wurden alle dieſe durch Fr. Hoffmann, der ſeit 1703, wo er ſeine Methodus examinandi aquas salubres veröffentlichte, bis 1731 eine große Anzahl Mineralquellen chemiſch unterſuchte. Er wider-

[1]) Dominique Duclos, geboren 1623, ſtarb 1684 als Arzt und Mitglied der Akademie zu Paris.

Unterſuchung der Mineralwaſſer im 18. Jahrhundert.

legte die Meinung der früheren Scheidekünſtler, daß ſich in den Mineralquellen Gold, Silber, Arſenik u. ſ. w. als Beſtandtheile vorfänden, und beſtritt auch zuerſt, daß Alaun in den Mineralwaſſern vorkomme, es müſſe denn in der Nähe einer Alaunformation ſein. Er lehrte zuerſt die gewöhnlich vorkommenden Beſtandtheile unterſcheiden. Einen luftförmigen Körper (die Kohlenſäure) wies er als Beſtandtheil in allen Sauerbrunnen nach, und bewies ſeine ſaure Eigenſchaft. Das Eiſen erkannte er als den häufigſten Beſtandtheil der Geſundbrunnen, und lehrte es auffinden durch den Geſchmack des Waſſers, durch den ſich von ſelbſt abſetzenden Eiſenocher, durch gepulverte Galläpfel. Das Kupfer, das ſich nach ihm nicht in Geſundbrunnen, ſondern nur in Waſſern aus Bergwerken findet, entdeckt er durch Präcipitation mittelſt metalliſchen Eiſens. Das Kochſalz macht ſich erkennbar nach dem Abdampfen durch die Form ſeiner Kryſtalle, und dadurch, daß es mit Salpeterſäure gemiſcht Königswaſſer giebt. Die alkaliſchen Waſſer brauſen mit Säure auf. Auf den Gehalt an Magneſia, einen bis dahin noch nicht als eigenthümlich betrachteten Körper, macht er zuerſt aufmerkſam; er unterſcheidet das Bitterſalz indeß nicht nach ſeinen chemiſchen Eigenſchaften, ſondern hält es auf ſeine beſondere Kryſtallform und ſeinen Geſchmack hin für ein eigenthümliches Salz. Die Schwefelwaſſer erkennt man nach ihm an dem Geruch und an der Schwärzung des Silbers, welche ſie hervorbringen. Nach ihren hauptſächlichſten Beſtandtheilen unterſcheidet er allgemein die Mineralwaſſer als alkaliſche, eiſenhaltige, Bitterwaſſer und Kalkwaſſer.

Bei allen Fortſchritten, welche die Analyſe auf naſſem Wege durch Fr. Hoffmann's Bemühungen machte, ſchenkte man doch den chemiſchen Reactionen nur geringe Aufmerkſamkeit; während jetzt die Eigenthümlichkeit eines neuen Stoffs nur durch die Angabe dieſer bewieſen werden kann, begnügte man ſich damals mit Berufung auf Geſchmack und Kryſtallgeſtalt, und ſelbſt dieſe Angaben vermißt man oft, wenn von der Erkennung einer einfacheren Subſtanz als einer neuen die Rede iſt, wie z. B. bei Hoffmann's kurzer Angabe, daß im Thon eine Erde eigener Art enthalten ſei, und bei Stahl's Bemerkung, daß das Kochſalz ein eigenthümliches Alkali in ſich enthalte.

Auch andere Chemiker, welche ihre Behauptungen gut zu rechtfertigen wußten, bedienten ſich dazu der Reactionen auf naſſem Wege nur wenig. Als einer wichtigen Reaction, die man im Anfange des 18. Jahrhunderts entdeckte, mag hier noch der Auffindung des Bleies bei der Weinverfälſchung

durch Kalkſchwefelleber Erwähnung geſchehen [1]). Auf die Zuſammenſetzung der Körper wurde mehr aus der Syntheſe geſchloſſen als aus der Analyſe, auf die Eigenthümlichkeit eines Körpers noch um die Mitte des 18. Jahrhunderts vorzugsweiſe aus ſeinen phyſikaliſchen Eigenſchaften. So erforſchte Brand 1735 die Zuſammenſetzung des weißen Vitriols, indem er zeigte, daß dieſer Vitriol, mit Kupfer und Kohlenpulver zuſammengeſchmolzen, Meſſing giebt, und daß Zink, in Schwefelſäure aufgelöſt, zu einem mit dem weißen Vitriol vollkommen übereinſtimmenden Salz kryſtalliſirt. So unterſchied Duhamel 1736 die Soda von der Potaſche nach der Löslichkeit und Kryſtallform der Salze, welche beide mit derſelben Säure bilden, und nach der Luftbeſtändigkeit.

Fortſchritte der Analyſe während des 18. Jahrhunderts.

Marggraf zuerſt widmete den Reactionen auf naſſem Wege wieder mehr Aufmerkſamkeit. Er zeigte die Zuſammenſetzung des Gypſes, auf welche er aus der bekannten des ſchwefelſauren Kali's ſchloß; weil nämlich der Gyps, wie das ſchwefelſaure Kali, durch Glühen mit Kohle eine Schwefelleber giebt, weil der Gyps, mit kauſtiſchem Kali behandelt, ſchwefelſaures Kali und Kalk giebt, beſteht er aus Schwefelſäure und Kalk; er wies auch die Schwefelſäure im Schwerſpath nach. Den Unterſchied der Alaunerde von der Kalkerde bewies er durch die verſchiedene Löslichkeit ihrer Salze. Als Reagens auf Eiſen wandte er das Blutlaugenſalz an. Den Unterſchied der Soda von der Potaſche bewies er durch die verſchiedene Löslichkeit der ſchwefelſauren, durch die verſchiedene Kryſtallform der ſalpeterſauren Salze, und durch die verſchiedene Farbe, welche die letzteren der Flamme beim Verpuffen mit Kohlenpulver mittheilen; er bemerkte außerdem, daß beide Arten von Alkalien in ihren Reactionen ſonſt ganz übereinſtimmen. Bei ſeiner Unter-

---

[1]) Die Entdeckung und Anwendung dieſer Reaction bildet den erſten Anhaltspunkt für die gerichtliche Chemie, bezüglich deren Geſchichte wir indeß hier nicht weiter eingehen können, ſondern auf die ſpecielle Beſprechung der einzelnen Subſtanzen, auf welche die gerichtliche Chemie zu unterſuchen hat, verweiſen müſſen. Vor der Mitte des 18. Jahrhunderts exiſtirte noch gar keine Anleitung, in Vergiftungsfällen z. B. chemiſche Unterſuchungen anzuſtellen; höchſt unvollkommen waren noch die Vorſchriften, welche Heinrich Friedrich Delius (geboren 1725, Profeſſor zu Erlangen und Präſident der kaiſerlichen Akademie der Naturforſcher, geſtorben 1788) in ſeiner Dissertatio sistens primas lineas chemiae forensis (1771) gab. Erſt Remer ſtellte in ſeinem Lehrbuche der polizeilich-gerichtlichen Chemie (erſchien zuerſt 1803) das Dahingehörige vollſtändiger und überſichtlicher zuſammen.

Fortſchritte der Analyſe während des 18. Jahrhunderts.

ſuchung verſchiedener Brunnenwaſſer fand er Beſtandtheile richtig auf, die nachher faſt wieder in Vergeſſenheit geriethen; ſo z. B. Salpeter und ſalpeterſauren Kalk. Bei mehreren anderen analytiſchen Arbeiten waren ſeine Reſultate weniger richtig (vergl. I. Theil, Seite 210), namentlich in ſeiner Beſtimmung des Arſenikgehalts in dem käuflichen Zinn (vergl. Arſenik im III. Theile).

Auf Marggraf folgt eine Reihe anderer Analytiker, die ſich der Operationen auf naſſem Wege vorzugsweiſe bedienten; es ſind hauptſächlich hier zu nennen Bergman und Scheele.

Bergman behandelte zuerſt die analytiſche Chemie auf naſſem Wege ganz in der Art, wie ſie noch heute betrieben wird; die Reſultate ſind urſprünglich enthalten in ſeinen akademiſchen Schriften de analysi aquarum 1778, welcher er die Unterſuchung mehrerer einzelnen Mineralwaſſer folgen ließ, de minerarum docimasia humida 1780, de terra gemmarum 1780, und in dem Abſchnitte ſeiner geſammelten Werke, welcher de praecipitatis metallicis handelt. Zur Mineralwaſſeranalyſe ſchrieb Bergman folgende Reagentien vor: Lackmustinctur für freie Säure; Braſilienholzabſud für Alkalien; Galläpfeltinctur für Eiſen; Blutlaugenſalz, welches Eiſen blau, Kupfer braun, Mangan weiß fälle; Schwefelſäure zur Entdeckung von Baryt und zur Entwicklung der Kohlenſäure; Salpeterſäure, um den Schwefelwaſſerſtoff durch den Niederſchlag von Schwefel nachzuweiſen (auf Schwefelwaſſerſtoff reagirte er auch ſonſt noch mit weißem Arſenik), Oxalſäure für Kalk; luftvolles fixes Alkali zur Niederſchlagung der Metalle und Erden, auch kauſtiſches Kali zu demſelben Zwecke; luftvolles flüchtiges Alkali ebendafür und zur Reaction auf Kupfer; Kalkwaſſer für Kohlenſäure; ſalzſauren Baryt für Schwefelſäure und ihre Verbindungen; ſalpeterſaures Silber für Salzſäure und ihre Verbindungen, auch Schwefelwaſſerſtoff laſſe ſich dadurch nachweiſen. Der Weingeiſt iſt zum Trennen der verſchiedenen Salze anwendbar. Für weniger ſichere Reagentien erklärt Bergman die Löſungen von ſalpeterſaurem Queckſilber, Sublimat, Eiſenvitriol, eſſigſaurem Blei, Schwefelleber und die alkoholiſche Seifenſolution, die man damals viel anwandte, um reines Waſſer, was ſich damit nicht trübe, zu erkennen. — Die Beſtandtheile des Mineralwaſſers ſucht man in unlösliche Verbindungen zu bringen; für die am häufigſten vorkommenden Salze giebt Bergman an, wieviel Säure und wieviel Baſis in ihnen enthalten iſt (vergl. ſonſt noch Theil I. Seite 248). In der Dissertatio

metallurgica de minerarum docimasia humida giebt **Bergman** die erſte vollſtändigere Anleitung zur Prüfung der Mineralien auf naſſem Wege. Er hebt hervor, wie man bisher ſich dieſer Methode nur inſofern bedient habe, daß man das Metalliſche aus den Erzen durch Auflöſungsmittel herauszog und es dann durch Hülfe des Feuers reducirte; **Bergman** aber zieht es vor, die metalliſchen Beſtandtheile auch anders als durch Zurückführung in den reguliniſchen Zuſtand zu beſtimmen. Er beſchreibt die Reactionen der Metalle, macht zuerſt darauf aufmerkſam, daß die Metallkalke aus ihrer Solution durch ätzende Alkalien als Hydrate, durch kohlenſaure Alkalien als kohlenſaure Salze gefällt werden; er macht auf den Unterſchied der Farbe aufmerkſam, je nachdem man mit reinem oder mit kohlenſaurem Alkali fällt, und auf die Aenderung der Farbe, welche durch Erhitzen des Niederſchlages eintreten kann; er liefert überhaupt zuerſt genauere Angaben über die Farbe der Niederſchläge. Genaue Anweiſung giebt er zur Analyſe der Gold-, Platin-, Silber-, Queckſilber-, Blei-, Kupfer-, Zinn-, Wismuth-, Nickel-, Arſenik-, Kobalt-, Zink-, Antimon- und Manganerze. — **Bergman** fand, daß ſich die meiſten Mineralien in Salzſäure löſen, wenn ſie nur ſehr fein gepulvert ſind; für die Fälle, wo ſich die Löſung auf dieſe Art nicht erreichen läßt, wandte er zuerſt das Aufſchließen mit kohlenſaurem Kali an, welche Operation in der Folge noch viele Verbeſſerungen erfuhr (vergl. darüber: Aufſchließen, bei der Geſchichte der Kieſelerde im III. Theile). — Ueber **Bergman's** quantitative Reſultate werde ich gleich in dem folgenden Abſchnitte Näheres mittheilen.

Fortſchritte der Analyſe während des 18. Jahrhunderts.

Neben **Bergman** zeichnete ſich als genauer Analytiker auf naſſem Wege **Scheele** aus, der indeß nur die qualitative Beſtimmung der Beſtandtheile im Auge hatte. **Scheele** hat ſeine Verfahrungsweiſen zur Zerlegung von Verbindungen nicht zuſammengeſtellt, allein jede ſeiner Arbeiten, wo er neue eigenthümliche Subſtanzen, die in die unorganiſche Chemie gehören, auffand, waren damals Muſter der chemiſchen Analyſe (vergl. I. Theil, Seite 258—261), und wenige Scheidekünſtler kannten damals die Reactionen aller bekannten Stoffe ſo genau wie **Scheele**.

Die heutige Methode zur qualitativen Analyſe auf naſſem Wege wurde durch dieſe Arbeiten feſtgeſtellt, und kurz nur brauchen wir der Chemiker zu erwähnen, welche bis zu der neueren Zeit auf der einmal eröffneten Bahn die ausgezeichnetſten Fortſchritte machten. In Deutſchland ſtellte **Göttling** in ſeinem vollſtändigen chemiſchen Probirkabinet (1790) und in

Fortſchritte der Analyſe während des 19. Jahrhunderts.

ſeiner praktiſchen Anleitung zur prüfenden und zerlegenden Chemie (1802), und **Lampadius** in ſeinem Handbuch zur chemiſchen Analyſe der Mineralkörper (1801) die beſten damals bekannten Methoden zuſammen. **Weſtrumb** beſonders verbeſſerte die Methoden, Mineralwaſſer zu zerlegen, **Klaproth's** und nach ihm **Stromeyer's** Arbeiten gaben für die chemiſche Zerlegung der Mineralien ausgezeichnete Anhaltspunkte ab. Alle früheren Verſuche, in einem Compendium die beſten analytiſchen Verfahrungsweiſen zuſammenzufaſſen, übertraf weit **Pfaff's**[1]) Handbuch der analytiſchen Chemie (erſchien zuerſt 1821); genaue Kenntniß der Reagentien, des Grades ihrer Empfindlichkeit, Bekanntſchaft mit den beſten analytiſchen Methoden wurden durch dieſes Werk vorzüglich verbreitet, deſſen Anſehen erſt durch **H. Roſe's**[2]) gleichnamige Arbeit verdunkelt wurde. In Schwe-

---

[1]) **Chriſtian Heinrich Pfaff** iſt geboren zu Stuttgart 1773, wo er auch ſeine erſte Bildung erhielt. 1793 promovirte er als Doktor der Medicin, und nahm zunächſt ſeinen Aufenthalt in Göttingen; 1794—95 beſchäftigte er ſich in Kopenhagen mit der praktiſchen Medicin. Nach einer Reiſe durch Italien 1795—97 wurde er bald, 1800, als Profeſſor in Kiel angeſtellt, wo er für Chemie und Phyſik noch thätig iſt. **Pfaff** hat Ausgezeichnetes geleiſtet für die Chemie, für die Medicin (durch ſein großes Werk »Syſtem der Materia medica« 1818—1824) und für die Phyſik, beſonders für die Erkenntniß des Galvanismus, zu deſſen erſten Bearbeitern er zählt.

[2]) Drei Generationen hindurch gehört, mit immer ſteigenden Verdienſten, der Name **Roſe** zu denjenigen, welche die Chemie als die ihrer vorzüglichſten Vertreter nennt. — **Valentin Roſe**, der ältere, war 1735 zu Neu-Ruppin geboren. Er widmete ſich der Pharmacie; Chemie ſtudirte er zu Berlin unter **Marggraf**, deſſen Verwandter er war. Er ließ ſich als Apotheker in Berlin nieder, wo er 1770 Aſſeſſor des Medicinalcollegiums wurde. In Folge zu angeſtrengter Thätigkeit ſtarb er ſchon 1771. — Sein Sohn, **Valentin Roſe** der jüngere, war 1762 zu Berlin geboren; ſeine Erziehung leitete **Klaproth** (vergl. I. Theil, Seite 343 ff.), auf deſſen Rath er ſich der Pharmacie widmete, welche er, von 1778 an, in Frankfurt a. M. erlernte. Von 1782 an ſtudirte er zu Berlin; weitere Ausbildung ſuchte er noch unter **Hagen** in Königsberg. 1792 übernahm er die väterliche Apotheke in Berlin. Neben vielen rein wiſſenſchaftlichen Arbeiten war er zugleich thätig für die Verbreitung der Chemie und in ſeinem amtlichen Wirkungskreiſe; von 1800 an hielt er regelmäßig Vorleſungen über Experimentalchemie für die Mitglieder der pharmaceutiſchen Geſellſchaft zu Berlin, deren Mitdirector er ſeit 1802 war; als Aſſeſſor am Obermedicinalcollegium erwarb er ſich beſondere Verdienſte um die Bearbeitung der preußiſchen Pharmacopöe. Er ſtarb 1807. — Söhne von ihm ſind **Heinrich** und **Guſtav Roſe**. **Heinrich Roſe** iſt geboren zu Berlin 1795. Die Pharmacie erlernte er zu Danzig, ſpäter ſtudirte er zu Berlin, und gegen Ende des Jahres 1819 ging er nach Stockholm,

den wandte **Berzelius** der Analyſe unorganiſcher Körper ſeine erfolgreiche Thätigkeit zu, und erhob die Mineralwaſſeranalyſe zu ihrer jetzigen Vollkommenheit. — In Frankreich dienten im Anfange dieſes Jahrhunderts vorzüglich **Vauquelin's** einzelne Unterſuchungen als Vorbilder in der unorganiſchen Analyſe, und **Thénard** gab ſpäter eine allgemeine Anleitung dafür. In England ſuchte, bald nach **Bergman**, **Kirwan** die analytiſchen Methoden des Erſteren zu verbeſſern, wobei er namentlich in die quantitativen Beſtimmungen größere Genauigkeit brachte; auch zur Prüfung der Mineralwaſſer gab er am Ende des vorigen Jahrhunderts verbeſſerte Vorſchriften. Die große Zahl von Chemikern, welche ſich nach den eben genannten vorzugsweiſe dem Studium der Analyſe zuwandten, glaube ich hier nicht weiter beſprechen zu dürfen, da das Vorſtehende hinreicht, über die Heranbildung des heutigen Zuſtandes der analytiſchen Chemie auf naſſem Wege Aufſchluß zu geben, und weiter zu gehen, nicht im Plane dieſer

Fortſchritte der Analyſe während des 19. Jahrhunderts.

---

wo er anderthalb Jahre in **Berzelius'** Laboratorium arbeitete. Auf den Rath dieſes ſeines Lehrers widmete er ſich dem akademiſchen Lehramte; von Stockholm zurückgekehrt, verweilte er längere Zeit zu Kiel, wo er ſeine Diſſertation: de Titanio ejusque connubio cum oxygenio et sulphure, ſchrieb, und zum Doctor der Philoſophie promovirt wurde. Im Sommer 1822 habilitirte er ſich als Privatdocent an der Berliner Univerſität, wo er ſeine Vorleſungen über praktiſch-analytiſche Chemie im Herbſte dieſes Jahres begann. Im Jahre 1823 wurde er außerordentlicher, 1835 ordentlicher Profeſſor der Chemie. Seine literariſchen Leiſtungen finden ſich in den letzten Bänden von **Gilbert's** Annalen, und ſeit der Fortſetzung derſelben durch **Poggendorff** ſämmtlich in des Letzteren Zeitſchrift. Sein Handbuch der analytiſchen Chemie erſchien zuerſt 1829 in Einem Bande; die zweite Auflage, in zwei Bänden, 1831, die vierte 1838. Es wurde wiederholt in die franzöſiſche, auch in die engliſche Sprache überſetzt. — **Guſtav Roſe** iſt 1798 zu Berlin geboren; er beſtimmte ſich für die praktiſche Laufbahn als Bergmann, die er 1816 in Schleſien begann. Bald kehrte er wieder nach Berlin zurück, wo er ſich mit dem theoretiſchen Theile ſeiner Wiſſenſchaft beſchäftigte. Seine Geſundheitsverhältniſſe veranlaßten ihn, von der Bergbauwiſſenſchaft abzugehen; er widmete ſich jetzt vorzugsweiſe der Mineralogie, und promovirte zu Berlin 1820. Im Jahre 1821 arbeitete er längere Zeit in **Berzelius'** Laboratorium; in demſelben Jahre wurde er zum Cuſtos der Univerſitäts-Mineralienſammlung zu Berlin ernannt. Hier habilitirte er ſich 1823 für Mineralogie, und wurde 1826 außerordentlicher, 1839 ordentlicher Profeſſor. Mit **A. von Humboldt** und **Ehrenberg** machte er 1829 die Reiſe nach dem Ural, Altai und dem kaspiſchen Meere, deren Reſultate er (in zwei Bänden, 1837 und 1841) beſchrieb. Mit Uebergehung vieler anderen Abhandlungen nennen wir hier noch ſeine Elemente der Kryſtallographie (1ſte Auflage 1833, 2te 1838).

Arbeit liegt. Ueber die Entdeckung der wichtigſten Reagentien, über die Auffindung der wichtigſten Scheidungsmethoden das nachzutragen, was in dieſer allgemeinen Darſtellung keinen Platz finden konnte, wird die Geſchichte der betreffenden Subſtanzen in den folgenden Theilen Gelegenheit bieten.

Quantitative Analyſe.

Wir wollen dem Vorhergehenden noch Einiges über die Fortſchritte der Kunſt, die Beſtandtheile einer Verbindung quantitativ zu beſtimmen, hinzufügen, abgeſondert, weil dieſer Zweig der analytiſchen Chemie erſt dann ſeine hauptſächlichſten Fortſchritte macht, nachdem die qualitative Analyſe ſchon ihren jetzigen Charakter angenommen hat.

Die vorſtehenden Abſchnitte enthalten bereits mehreres auf die quantitative Analyſe Bezügliche; ſo diente die Cupellation ſchon in den früheren Zeiten zu quantitativen Beſtimmungen. Wir wollen hier indeß vorzugsweiſe der Erkenntniß der Zuſammenſetzung eigentlicher chemiſcher Verbindungen nach Gewicht Aufmerkſamkeit ſchenken.

Die erſte Kenntniß der Zuſammenſetzung in dieſer Beziehung geſchah nicht auf analytiſchem Wege, ſondern auf ſynthetiſchem. Die Waage wurde überhaupt in der Chemie lange nur zum Behuf der Zuſammenſetzung angewandt, ſpät erſt, um die Zerlegungsproducte genauer zu ermitteln. Die erſtere Anwendung fand ſie ſchon bei den Alten; für die Zubereitung von Arzneimitteln, für die Zuſammenſetzung von Legirungen ſchrieb man damals ſchon beſtimmte Gewichtsverhältniſſe vor.

Erſte Beachtung der Gewichtsverhältniſſe bei der Analyſe.

In der analytiſchen Chemie fand die Waage bis zu dem 17. Jahrhundert keine Anwendung, außer in der Probirkunſt. Die Betrachtungsweiſe der Chemiker ſchloß damals, und lange nachher noch, viel zu wenig die Beachtung der quantitativen Verhältniſſe ein, als daß man mittelſt der Waage Behauptungen zu rechtfertigen oder zu widerlegen verſucht hätte. In dem 17. Jahrhundert wandten einzelne Gelehrte zwar die Waage in dieſer Beziehung an, ohne indeß bald Nachfolger zu finden. Rey gründete auf

Erſte Beachtung der Gewichtsverhältniſſe bei der Analyſe.

die Beobachtung der Gewichtsverhältniſſe eine Theorie über die Verkalkung der Metalle (vergl. da), van Helmont bediente ſich ihrer, um ſeine Meinung über die Verwandlung des Waſſers in vegetabiliſche Subſtanz zu rechtfertigen (vergl. I. Theil, Seite 120). Analytiſche Beſtimmungen liegen indeß aus jener Zeit nur ſehr wenige vor. Die Angaben über die Gewichtszunahme bei Verkalkung von Metallen gehören weniger hierher, weil man ſie nicht als zur Kenntniß einer chemiſchen Verbindung gehörend anſah. Glauber machte eine der erſten Beſtimmungen über die Zuſammenſetzung eines Salzes, indem er angab, ſein sal mirabile (Glauberſalz) verliere durch Erhitzen $3/4$ (0,75, richtig: 0,56) Waſſer. — Boyle theilt einige Angaben mit, welche deutlich zeigen, wie unbeachtet ſeiner Zeit noch die Gewichtsverhältniſſe waren; er hebt hervor, daß der Niederſchlag von Silberſolution mit Kochſalz ſchwerer wiege als das aufgelöſte Silber; ganz unbeſtimmt iſt auch ſeine Angabe, daß, um den mit Kohle verpufften Salpeter wieder herzuſtellen, man ihm ſoviel Säure wieder zufügen müſſe, als er durch die Verbrennung verloren habe. Sehr deutlich zeigen die Fertigkeit, welche man um das Ende des 17. Jahrhunderts in quantitativen Beſtimmungen hatte, die Reſultate, welche Homberg und der ältere Geoffroy über die Zuſammenſetzung einiger Salze berichten. Homberg unterſuchte 1699, wieviel von verſchiedenen Säuren zur Neutraliſation einer conſtanten Menge Weinſteinſalzes nöthig iſt, und wieviel die wohlgetrocknete Verbindung ſodann wiegt, und kam zu dem Reſultate, daß alle Säuren durch dieſe Operation das Gewicht des Weinſteinſalzes um gleichviel vermehren (vergl. das Genauere in der Geſchichte der Stöchiometrie in dieſem Theile). Homberg war übrigens der Erſte, welcher das Concentriren einer wäſſerigen Säure an einer Baſis anempfahl, um die Menge der in jener enthaltenen wirklichen Säure zu ermitteln; die entweichende Kohlenſäure brachte er freilich nicht mit in Rechnung. St. F. Geoffroy unterſuchte 1717 den Salpeter und gab ſeine quantitative Zuſammenſetzung an: die Hälfte iſt Waſſer, ein Viertel abſorbirende Erde und das letzte Viertel Säure.

Stahl's Schule legte, wie wir im I. Theile ausführlich beſprochen haben, kein Gewicht auf quantitative Beſtimmungen, und, mit Ausnahme ihrer letzten Anhänger, hat ſie in dieſer Beziehung nichts geleiſtet; nur hin und wieder kommt eine ſolche Angabe vor. So berichtet Marggraf 1749, daß zwei Unzen Silber, in Salpeterſäure gelöſt und mit Kochſalz gefällt,

Erſte Beachtung der Gewichtsverhältniſſe bei der Analyſe.

einen Niederſchlag geben, der getrocknet zwei Unzen, fünf Drachmen und vier Gran wiegt (richtig: zwei Unzen, fünf Drachmen und funfzehn Gran). Der Schwede Heinrich Theodor Scheffer ſuchte gleichfalls um 1750 [1]) die quantitative Zuſammenſetzung einiger chemiſchen Verbindungen zu beſtimmen, und zwar in folgender indirecten Weiſe. Er ſagt: Wenn man 16 Loth abgekniſtertes Kochſalz mit 13 Loth ſtarker Vitriolſäure deſtillirt und den Rückſtand glüht, ſo findet man ihn 19½ Loth ſchwer. — Wenn man 16 Loth Kochſalz mit nur 8 Loth Vitriolſäure deſtillirt, ſo wird man finden, daß das Zurückbleibſel 18 Loth wiegt. Es ſind hierbei offenbar 6 Loth Salzſäure fortgegangen (16 + 8 — 18), wenn aber 8 Loth Schwefelſäure 6 Loth Salzſäure austreiben, ſo müſſen 13 Loth der erſteren 9½ der letzteren verdrängen. Es ſind alſo in 16 Loth Kochſalz 9½ Loth Säure und folglich 6½ Loth mineraliſches Laugenſalz (richtig: 7½ der erſteren und 8½ des letzteren) enthalten, dagegen in 19½ Loth (waſſerfreiem) Glauberſalz ebenſo viel (6½) Laugenſalz, aber 13 Loth Vitriolſäure (richtig: 8½ des erſteren und 11 der letzteren) ſtecken. —

Analyſen von Cavendiſh.

Etwas genauer als dieſe erſten Verſuche, die Zuſammenſetzung einiger Salze feſtzuſtellen, ſind die Beobachtungen von Cavendiſh (1766) über den Kohlenſäuregehalt einiger Salze; doch laſſen nur wenige ſeiner Angaben eine Vergleichung mit unſeren jetzigen Kenntniſſen zu, weil ſie meiſt auf unreine Stoffe gehen, auf Varietäten deſſelben Salzes nach ſeinem verſchiedenen Vorkommen, auf Salze von wechſelnder Zuſammenſetzung, wie kohlenſaures Ammoniak u. ſ. w. Ich gebe hier nur zwei derſelben wieder; Cavendiſh erhielt:

aus 1000 Grains Marmor 408 fixe Luft (richtig 436)
» » » Potaſche 423 » » (» 318).

Analyſen von Bergman.

Eine genauere Kenntniß, wieviel von den Beſtandtheilen in den verſchiedenen chemiſchen Verbindungen, und namentlich in den Salzen, enthalten iſt, wurde erſt durch Bergman's, Wenzel's, Kirwan's und einiger gleichzeitigen Chemiker Bemühungen eingeleitet. — Bergman beſonders lenkte dieſer Art von Beſtimmungen die allgemeinere Aufmerkſam-

[1]) Die Zeit, wann Scheffer dieſe Beſtimmungen gemacht hat, iſt nicht genau bekannt. Er erwähnt ihrer in ſeinen Vorleſungen über Chemie, welche nach dem Heft von Alſtrömer 1775 nach Scheffer's Tode durch Bergman veröffentlicht wurden. Alſtrömer beſuchte Scheffer's Vorträge 1750.

keit zu. Einen unſterblichen Namen hat er ſich dadurch in der Geſchichte der analytiſchen Chemie erworben, daß er zuerſt es einführte, einen Beſtandtheil nicht immer im iſolirten Zuſtande beſtimmen zu wollen, ſondern in derjenigen, ihrer Zuſammenſetzung nach genau bekannten, Verbindung, welche ſich am leichteſten iſoliren läßt. Ueber ſeine Methode einen Begriff zu geben, diene die Angabe, wie er die Zuſammenſetzung der Kali- und Natronſalze beſtimmt. Zu dieſen Beſtimmungen nimmt er Potaſche und Soda. Dieſe ſoll man erſtlich gelind glühen, um ſie waſſerfrei zu machen. Zweitens ein beſtimmtes Gewicht davon abwiegen, in ein geräumiges Glas *A* bringen und in etwas Waſſer löſen. Drittens thue man in ein kleineres Glas *B* etwas von der Säure, für deren Salz man die Zuſammenſetzung kennen lernen will. Viertens verſtopfe man *A* und *B*, und beſtimme ihr Gewicht. Fünftens gieße man allmälig die Säure aus *B* in *A* und bedecke nach jedesmaligem Zugießen *A* loſe mit ſeinem Stopfen, damit bei dem Aufbrauſen keine Feuchtigkeit entweiche. Wenn die Zerſetzung vollſtändig iſt, ſo wiege man ſechstens *A* und *B* wieder; ſie werden zuſammen weniger wiegen als vorher, um ſo viel, als in der angewandten Menge Salz Kohlenſäure enthalten war. Siebentes wird dieſe Gewichtsdifferenz von der angewandten Menge kohlenſauren Salzes abgezogen, und man erhält die Menge reinen Alkali's, die darin vorhanden war. Achtens wird die Flüſſigkeit in *A* abgedunſtet und gelinde geglüht; die Menge Salz, welche man erhält, beſteht aus der Menge Alkali, die durch das ſiebente Verfahren gefunden wurde, und aus ſoviel Säure, als das Salz über dieſe Menge Alkali wiegt. Analyſen von Bergman.

Die unmittelbaren Reſultate dieſes Verfahrens werde ich unten bei der Geſchichte der Verwandtſchaftslehre mittheilen; ich gebe hier noch eine Zuſammenſtellung Bergman'ſcher Analyſen aus den Jahren 1775 bis 1784, welche die Genauigkeit ſeiner Beſtimmungen beurtheilen laſſen; die heutigen Annahmen über die Zuſammenſetzung füge ich in Klammern bei.

Nach Bergman enthalten 100 Theile:

	Kryſtall. Soda.	Doppeltkohlenſ. Kali.	Eiſenvitriol.	Kupfervitriol.
Baſis . .	20 (21,8)	48 (47,0)	23 (25,4)	20 (31,8)
Säure . .	16 (15,4)	20 (44,0)	39 (29,0)	40 (32,1)
Waſſer . .	64 (62,8)	32 (9,0)	38 (45,6)	40 (36,1).

	Schwefelſ. Kali.	Salzſ. Kali.	Schwefelſ. Natron.	Kochſalz.
Baſis . .	52 (54,1)	61 (63,3)	15 (19,4)	42 (53,3)
Säure . .	40 (45,9)	31 (36,7)	27 (24,8)	52 (46,7)
Waſſer . .	8	8	58 (55,8)	6

Analyſen von Bergman.

	Kalkſpath.	Gyps.	Kohlenſ. Baryt.	Bitterſalz.
Baſis . .	55 (56,3)	32 (32,9)	65 (77,6)	19 (16,7)
Säure . .	34 (43,7)	46 (46,3)	7 (22,4)	33 (32,4)
Waſſer . .	11	22 (20,8)	28	48 (50,9).

Ich führe hier immer die Berechnung nach der Hypotheſe an, daß die Chlormetalle ſalzſaure Salze ſeien, wie es die Urheber der mitzutheilenden Analyſen annahmen.

Analyſen von Wenzel.

Zu der Zeit, wo Bergman ſich mit quantitativen Beſtimmungen zu beſchäftigen anfing, 1777, publicirte Wenzel Analyſen von Salzen, welche mit Bergman's Angaben in keiner Weiſe übereinſtimmten. Wenzel ſchlug ähnliche Verfahrungsweiſen ein wie Bergman; wie nahe er damit der Wahrheit kam, zeigt folgende Zuſammenſtellung:

	Salpeterſ. Natron.	Salpeterſ. Kali.	Salpeterſ. Kalk.	Salpeterſ. Bittererde.
Baſis . .	37,5 (36,6)	48,1 (46,6)	33,8 (34,5)	28 (27,6)
Säure . .	62,5 (63,4)	51,9 (53,4)	66,2 (65,5)	72 (72,4)
	Schwefelſ. Kali.	Salzſ. Kali.	Schwefelſ. Natron.	Kochſalz.
Baſis . .	54,8 (54,1)	64,7 (63,3)	19,5 (19,4)	54,3 (53,3)
Säure . .	45,2 (45,9)	35,3 (36,7)	24,3 (24,8)	45,7 (46,7)
Waſſer . .	—	—	55,2 (55,8)	—
	Schwefelſ. Zink.	Schwefelſ. Kalk.	Eſſigſ. Natron.	Bitterſalz.
Baſis . .	46,2 (50,1)	40,2 (41,5)	39,7 (38,0)	16,9 (16,7)
Säure . .	53,8 (49,9)	59,8 (58,5)	60,3 (62,0)	30,6 (32,4)
Waſſer . .	—	—	—	52,5 (50,9).

Nach ihm geben weiter:

100 metalliſches Blei 143,3 (146,4) Bleivitriol
» » » 137,5 (134,2) ſalzſ. Blei
» » Silber 132,5 (132,8) ſalzſ. Silber.

Wenzel's Analyſen blieben ebenſo unbeachtet, wie ſeine auf ſie geſtützten theoretiſchen Folgerungen (vergl. Geſchichte der Stöchiometrie in dieſem Theile). Seinen ſo genauen Angaben fehlte der Glanz eines berühmten Namens, welcher die unrichtigen Reſultate Bergman's überall angenommen werden ließ. Die Chemiker, welche die quantitative Zuſammenſetzung der Salze unterſuchten, ſtrebten nicht danach, ſich zu Wenzel's Genauigkeit zu erheben, ſondern verglichen ihre Reſultate nur mit denen Bergman's. Unter ihnen müſſen wir hier zuerſt Wiegleb's erwähnen, der ſchon 1781 nach Bergman's oben angegebenem Verfahren controlirende Verſuche anſtellte. Er fand die Zuſammenſetzung für folgende waſſerfreie Salze:

	Kohlenſ. Kali.	Schwefelſ. Kali.	Salpeterſ. Kali.	Salzſ. Kali.
Baſis . .	52 (68,1)	49,5 (54,1).	53,5 (46,6)	80 (63,3)
Säure . .	48 (31,9)	50,5 (45,9)	46,5 (53,4)	20 (36,7)

Analyſen von Wiegleb.

	Kohlenſ. Natron.	Schwefelſ. Natron.	Salpeterſ. Natron.	Salzſ. Natron.
Baſis . .	64—56 (58,6)	43,6 (43,8)	41,8 (36,6)	53,2 (53,3)
Säure . .	36—44 (41,4)	56,4 (56,2)	58,2 (63,4)	46,8 (46,7).

Ehe wir weiter mit der Zuſammenſtellung fortfahren, welche uns die Fortſchritte in der Kenntniß über die Zuſammenſetzung der Salze zeigt, müſſen wir hier den Einfluß von Lavoiſier auf die quantitative Analyſe beſprechen, der um jene Zeit, um 1790, Geltung gewann. Bereits in der Einleitung zum V. Zeitalter in dem I. Theile wurde hervorgehoben, welche Wichtigkeit ſeine Arbeiten für die Beachtung der Gewichtsverhältniſſe überhaupt hatten; daß durch ihn eigentlich zuerſt zur allgemeinen Anerkennung gebracht wurde, die Summe der Gewichte der Beſtandtheile müſſe dem Gewichte der Verbindung gleich ſein, von dem Gewichte der Materie gehe durch chemiſche Operationen nichts verloren und werde nichts erzeugt. Wir heben dies hier nochmals hervor, weil um 1790 dieſe Wahrheit noch keineswegs allgemein erkannt war, wie denn z. B. Hermbſtädt noch 1786 eine Beobachtung publicirte, nach welcher ein Pfund Braunſtein 1430 Cubikzoll Luft, Sauerſtoff, beim Erhitzen abgab, ohne an Gewicht zu verlieren. — Lavoiſier's quantitative Analyſen gingen indeß nicht auf die Salze, deren Unterſuchung die anderen gleichzeitigen Chemiker vorzugsweiſe beſchäftigte, ſondern zur Begründung der antiphlogiſtiſchen Theorie unterſuchte er hauptſächlich die Zuſammenſetzung der Säuren, des Waſſers und, größtentheils nach fremden Verſuchen, die der Oxyde (vergl. die Geſchichte dieſer im III. Theile). Einige ſeiner Reſultate ſind folgende:

Analyſen von Lavoiſier.

Kohlenſäure.		Salpeterſäure.		Phosphorſäure.	
Kohlenſtoff	28 (27,3)	Stickſtoff	20,5 (26,2)	Phosphor	39,4 (44,0)
Sauerſtoff	72 (72,7)	Sauerſtoff	79,5 (73,8)	Sauerſtoff	60,6 (56,0).

Auf dieſelbe Klaſſe von Körpern richteten Berthollet, Fourcroy und Andere vorzugsweiſe damals ihre analytiſchen Beſtrebungen.

Kehren wir jedoch zurück zu der Angabe der Verbeſſerungen, welche hinſichtlich der Kenntniß über die quantitative Zuſammenſetzung der Salze verſucht wurden. In dem letzten Jahrzehnt des vorigen Jahrhunderts waren in dieſer Beziehung beſonders Kirwan und Richter thätig. Des Erſteren Unterſuchungen über die Zuſammenſetzung der Salze ſchließen ſich an die

Bergman's an, und wie dieſer glaubte er einen Zuſammenhang zwiſchen den Quantitäten von Säuren und Baſen, die ſich neutraliſiren, und der Affinität zwiſchen ihnen zu finden (vergl. Geſchichte der Verwandtſchaftslehre); des Letzteren Arbeiten ſetzen die Bemühungen von Wenzel fort, allgemeine Geſetze über die Proportionen der Beſtandtheile in den Neutralſalzen aufzufinden (vergl. Geſchichte der Stöchiometrie).

Analyſen von Kirwan.

Kirwan unterſuchte, namentlich 1790—1800, eine große Menge von Salzen; ſeine Arbeiten darüber ſtehen noch in Verbindung mit ſeinen Bemühungen, den Gehalt an wahrer Säure in den wäſſerigen Mineralſäuren aus dem ſpecifiſchen Gewichte beſtimmen zu können.

	Soda.	Doppeltkohlenſ. Kali.	Schwefelſ. Natron.	Schwefelſ. Bittererde.
Baſis	60 (58,6)	41 (47,0)	43,9 (43,8)	36,7 (34,0)
Säure	40 (41,4)	43 (44,0)	56,1 (56,2)	63,3 (66,0)
Waſſer	—	16 (9,0)	—	—

	Schwefelſ. Kali.	Salzſ. Kali.	Glauberſalz.	Kochſalz.
Baſis	54,8 (54,1)	64 (63,3)	18,5 (19,4)	53 (53,3)
Säure	45,2 (45,9)	36 (36,7)	23,5 (24,8)	47 (46,7)
Waſſer	—	—	58,0 (55,8)	—

	Kohlenſ. Kalk.	Gyps.	Schwefelſ. Baryt.	Bitterſalz.
Baſis	55 (56,3)	35,2 (32,9)	67 (65,6)	17,0 (16,7)
Säure	45 (43,7)	50,4 (46,3)	33 (34,4)	29,3 (32,4)
Waſſer	—	14,4 (20,8)	—	55,7 (50,9)

	Eiſenvitriol.	Bleivitriol.	Kupfervitriol.	Zinkvitriol.
Baſis	28 (25,4)	75,0 (73,6)	41,2 (31,8)	40,6 (28,1)
Säure	26 (29,0)	23,4 (26,4)	30,3 (32,1)	20,4 (28,0)
Waſſer	46 (45,6)	1,6	28,5 (36,1)	39,0 (43,9).

Kirwan erlangte in ſeinen Endreſultaten mehr Richtigkeit, weil er eine größere Zahl von früheren Analyſen zur Vergleichung benutzen konnte, was für Bergman nicht möglich geweſen war. Die Uebereinſtimmung verſchiedener Chemiker hinſichtlich der Zuſammenſetzung eines Salzes ſah Kirwan für den einzigen Anhaltspunkt an, ob die letztere für richtig erkannt zu erachten ſei; er benutzte nicht zur Controle ſeiner Analyſen die Entdeckungen in der Stöchiometrie, welche Wenzel ſchon klar erkannt hatte. — Unter den damaligen Analytikern Englands iſt noch Black hervorzuheben, der namentlich 1794 bei Gelegenheit ſeiner Analyſe des Geyſer-Waſſers von Island mehrere quantitative Angaben publicirte; ihre Genauigkeit zeigen folgende Proben; nach ſeinen Verſuchen

Analyſen von Black.

beſtehen 100 kryſtall. Soda aus 21,2 (21,8) Natron, 14,8 (15,4) Kohlenſ., 64,0 (62,8) Waſſer.
enthalten 100 ſchwefelſ. Natron ſo viel Säure als 170 (163,5) ſchwefelſ. Baryt.
» 100 Kochſalz » » » » 235 (244,6) ſalzſ. Silber.

Analyſen von Richter.

In Deutſchland beſchäftigte ſich 1790 — 1800 vorzüglich Richter mit der Analyſe von Salzen, um dadurch die Gültigkeit der von Wenzel und von ihm aufgefundenen ſtöchiometriſchen Geſetze zu beſtätigen. An Genauigkeit blieb er hinter Wenzel weit zurück; indem er die Möglichkeit, aus der empiriſchen Ermittlung der Zuſammenſetzung einiger Salze die anderer vorauszubeſtimmen, einſah, corrigirte er hiernach jede ſeiner fehlerhaften Analyſen nach anderen fehlerhaften, und entfernte ſich ſo in vielen Fällen weit von der Wahrheit. Es zeigt ſich dies am beſten in der Aequivalententafel, die aus ſeinen Angaben abgeleitet iſt und welche in der Geſchichte der Stöchiometrie nachgeſehen werden kann; ich gebe deßhalb hier nur wenige ſeiner Analyſen:

	Salpeterſ. Natron.	Salpeterſ. Kali.	Schwefelſ. Baryt.	Salpetrſ. Strontian.
Baſis . .	37,9 (36,6)	53,3 (46,6)	69 (65,6)	48,6 (58,6)
Säure . .	62,1 (63,4)	46,7 (53,4)	31 (34,4)	51,4 (41,4).

	Salpeterſ. Kalk.	Schwefelſ. Kalk.	Eſſigſ. Natron.	Salpeterſ. Bittererde.
Baſis . .	36,1 (34,5)	44,2 (41,5)	44,6 (38,0)	30,4 (27,6)
Säure . .	63,9 (65,5)	55,8 (58,5)	55,4 (62,0)	69,6 (72,4).

Analyſen von Klaproth.

Weit genauer waren die Reſultate Klaproth's, der behufs ſeiner Unterſuchungen über die Conſtitution der Mineralien ſich zuerſt über die Zuſammenſetzung derjenigen chemiſchen Verbindungen unterrichten mußte, in welchen man die gewöhnlich vorkommenden Beſtandtheile am paſſendſten abſcheidet. Seiner Verdienſte um die quantitative Analyſe wurde ſchon früher (I. Theil, Seite 345 ff.) erwähnt; hier bemerke ich noch, daß es auch Klaproth war, der zuerſt auf die Nothwendigkeit aufmerkſam machte, allen Niederſchlägen einen conſtanten Grad der Trockenheit zu geben, am beſten ſie zu glühen, bevor man ſie dem Gewichte nach beſtimme. Auf dieſe Art erhielt er viel richtigere Reſultate als ſeine Vorgänger; die erſten Bände ſeiner »Beiträge zur chemiſchen Kenntniß der Mineralkörper« (von 1795 an) enthalten viele Beſtimmungen über die Zuſammenſetzung der wichtigſten Salze; z. B.:

Digitized by Google

Analyſen von Klaproth.

	Kryſtall. Soda.	Salzſ. Kali.	Schwefelſ. Baryt.	Schwefelſ. Strontian.
Baſis . .	22 (21,8)	63,8 (63,3)	66,7 (65,6)	58 (56,4)
Säure . .	16 (15,4)	36,2 (36,7)	33,3 (34,4)	42 (43,6)
Waſſer . .	62 (62,8)	—	—	—

	Schwefelſ. Kalk.	Gyps.	Kohlenſ. Baryt.	Kohlenſ. Blei.
Baſis . .	42,4 (41,5)	33,0 (32,9)	78—79 (77,6)	83,67 (83,5)
Säure . .	57,6 (58,5)	45,5 (46,3)	22—21 (22,4)	16,33 (16,5)
Waſſer . .	—	21,5 (20,8)	—	—

Es geben nach ihm 100 Blei 115 (107,7) Bleioxyd.
» » » » » » 133 (134,2) ſalzſ. Blei.
» » » » » » 141 (146,4) ſchwefelſ. Blei.

und ebenſo genau beſtimmte er die Zuſammenſetzung anderer natürlich vorkommender Subſtanzen, z. B.:

	Zinnſtein.	Eiſenoxyd.		Schwefelſilber.	Auripigment.
Metall .	79,5 (78,6)	67 (69,3)	Metall .	85 (87,1)	62 (60,9)
Sauerſtoff	20,5 (21,4)	33 (30,7)	Schwefel	15 (12,9)	38 (39,1).

Analyſen von V. Roſe.

Klaproth's Bemühungen, die Zuſammenſetzung der wichtigſten Salze genau kennen zu lernen, wurden unterſtützt durch die Arbeiten ſeines Schülers, des jüngern Valentin Roſe. Dieſer ermittelte 1803—1805 das Verhältniß der Beſtandtheile in vielen Salzen; er fand z. B.:

	Kryſtall. Soda.	Doppeltkohlenſ. Natron.	Doppeltkohlenſ. Kali.	Salzſ. Strontian.
Baſis .	24 (21,8)	37 (37,0)	53 (47,0)	67,85 (65,5)
Säure .	15 (15,4)	49 (52,3)	43 (44,0)	32,15 (34,5)
Waſſer .	61 (62,8)	14 (10,7)	4 (9,0)	—

	Salzſ. Kali.	Salzſ. Natron.	Sublimat.	Salzſ. Baryt.
Baſis . .	66,03 (63,3)	56,8 (53,3)	81,5 (79,9)	75,7 (73,6)
Salzſäure .	33,97 (36,7)	43,2 (46,7)	18,5 (20,1)	24,3 (26,4).

100 Silber geben nach ihm 133 (134,2) ſalzſ. Silber.

Analyſen von Bucholz.

Auch Bucholz, der zu derſelben Zeit wie Roſe ſich mit der quantitativen Analyſe der wichtigſten Salze beſchäftigte, verdient hier genannt zu werden; ſeine Reſultate entſprechen der Wahrheit ſehr nahe; er fand z. B.:

	Schwefelſ. Kali.	Schwefelſ. Baryt.	Schwefelſ. Natron.	Schwefelſ. Kalk.
Baſis . .	55,7 (54,1)	67,5 (65,6)	46,5 (43,8)	43,4 (41,5)
Säure . .	43,3 (45,9)	32,5 (34,4)	53,5 (56,2)	56,6 (58,5)
Waſſer . .	1,0	—	—	—

	Schwefelſ. Blei.	Kohlenſ. Baryt.	Glauberſalz.	Gyps.
Baſis	74 (73,6)	79,7 (77,6)	20 (19,4)	33 (32,9)
Säure	26 (26,4)	20,0 (22,4)	23 (24,8)	43 (46,3)
Waſſer	—	0,3	57 (55,8)	24 (20,8).

100 Silber geben nach ihm 133⅓ (134,2) ſalzſ. Silber.

In Frankreich zeichneten ſich zu jener Zeit in der quantitativen Analyſe hauptſächlich Vauquelin und Prouſt aus; auch ihre Analyſen trugen weſentlich dazu bei, die Geſetzmäßigkeiten in der quantitativen Zuſammenſetzung bald erkennen zu laſſen. Nach Vauquelin's damaligen Unterſuchungen beſtehen z. B.: Analyſen von Vauquelin.

	Kohlenſ. Kali.	Doppeltkohlenſ. Kali.	Schwefelſ. Strontian.	Salzſ. Strontian.
Baſis	67 (68,1)	46 (47,0)	54 (56,4)	60,7 (65,5)
Säure	33 (31,9)	47 (44,0)	46 (43,6)	39,3 (34,5)
Waſſer	—	7 (9,0)	—	—

	Halbſchwefelkupfer.	Schwefelſilber.	Schwefelblei.	Auripigment.
Metall	78,7 (79,7)	87,3 (87,1)	86,23 (86,5)	57 (60,9)
Schwefel	21,3 (20,3)	12,7 (12,9)	13,77 (13,5)	43 (39,1).

Prouſt's Geſchicklichkeit im Analyſiren war es endlich, die für alle chemiſchen Verbindungen conſtante Zuſammenſetzung als ihren weſentlichſten Charakter darthat, und welche zeigte, daß ſich dieſelben Beſtandtheile nur in ſprungweiſe ändernden, nicht nach allmälig in einander übergehenden Verhältniſſen verbinden. Seine Analyſen umfaßten viele künſtlich chemiſche Verbindungen, namentlich Oxyde und Schweflungsſtufen, und gaben ihre Zuſammenſetzung ſehr richtig an; er fand z. B.: Analyſen von Prouſt.

	Halbſchwefelkupfer.	Schwefelantimon.	Schwefelblei.	Anderthalb Schwefeleiſen.
Metall	78 (79,7)	75,1 (72,8)	86 (86,5)	52,64 (52,9)
Schwefel	22 (20,3)	24,9 (27,2)	14 (13,5)	47,36 (47,1).

	Zinnoxydul.	Zinnoxyd.	Bleioxyd.	Kupferoxydul.	Kupferoxyd.
Metall	87 (83,1)	78,1—78,4 (78,6)	91 (92,8)	85,5—86,2 (88,8)	80 (79,8)
Sauerſtoff	13 (16,9)	21,9—21,6 (21,4)	9 (7,2)	14,5—13,8 (11,2)	20 (20,2).

	Calomel.	Sublimat.
Oxyd	86,94 (88,5)	80,43 (79,9)
Salzſäure	13,06 (11,5)	19,57 (20,1)

	Einfachefſigſ. Kupfer.
Oxyd	39 (39,8)
Säure u. Waſſer	61 (60,2).

Auf Prouſt's Bemühungen folgte Dalton's Aufſtellung der atomiſtiſchen Theorie; mit ihrer Anerkennung, mit der Geltendmachung der

ſtöchiometriſchen Geſetze durch Berzelius nimmt die quantitative Analyſe eine andere Geſtalt an, ihre gegenwärtige. Während zuerſt ſich viele Chemiker ſträubten, dieſe Geſetze als eine Controle für die Analyſen anzuſehen, glaubte man ſpäter, jede Analyſe nach derſelben berechnen zu können. So wurde 1821 die Anſicht aufgeſtellt, daß jedes Mineralwaſſer als Ganzes nach ſtöchiometriſchen Formeln zuſammengeſetzt ſei. Die analytiſche Chemie nach der Zeit, wo die chemiſche Proportionslehre bearbeitet wurde, iſt hier in ihren quantitativen Reſultaten nicht weiter zu verfolgen; die Atomgewichtstafeln, welche in der Geſchichte der Stöchiometrie enthalten ſind, geſtatten über ihre Fortſchritte im Allgemeinen ſo viel Ueberſicht, als der Plan dieſes Buches geben kann.

Geſchichte der mineralogiſchen Chemie.

Unter die wichtigſten Erweiterungen, deren ſich je die Chemie zu er- Einleitung. freuen hatte, gehört die, daß man die Mineralien aus dem chemiſchen Geſichtspunkte betrachtete, daß man für dieſe Naturkörper nachwies, auch ihre Zuſammenſetzung folge den allgemeinen Geſetzen, die überhaupt bei chemiſchen Verbindungen ſtattfinden, daß man ſo den Kreis der chemiſchen Verbindungen, deren Eigenthümlichkeiten man vergleichen kann, welcher ſonſt hauptſächlich auf künſtlich darzuſtellende Subſtanzen beſchränkt ſchien, durch Zuziehung der in der Natur als Individuen fertig gebildet vorkommenden Körper erweiterte.

Sofern wir hier überhaupt davon ſprechen, wie ſich das Gebiet der Chemie in einzelnen Richtungen nach und nach erweiterte, ſcheint es angemeſſen, die Geſchichte der Mineralogie in ihrem Zuſammenhange mit der Chemie ausführlicher zu verfolgen, und wir haben hier zugleich Gelegenheit, die Entwicklung eines für die Chemie im höchſten Grade wichtig gewordenen Studiums kennen zu lernen, der Kryſtallographie nämlich, welche urſprünglich der Mineralogie zum Nutzen gepflegt, ſpäter auch für die geſammte Chemie von Intereſſe geworden iſt, und für viele einzelne Lehren derſelben die hauptſächlichſten Anhaltspunkte geboten hat.

Dieſer Ueberblick der Entwicklung der mineralogiſchen Chemie kann auf keine Vollſtändigkeit Anſpruch machen, was die Geſchichte der Kryſtallographie und der Mineralogie als eigenthümlicher Wiſſenſchaften betrifft. Beide Fächer der Naturforſchung betrachten wir hier nur inſofern, als ihre Ausbildung zur Erweiterung des Gebiets der Chemie beitrug; wir betrachten von ihnen nur die hauptſächlichſten Ereigniſſe, nur das Ineinandergreifen jener Wiſſenſchaften mit der Chemie. Vieler Umſtände, vieler Namen, welche in einer ſpeciellen Geſchichte der Mineralogie oder der Kryſtallographie beſprochen werden müßten, kann ſomit hier keine Erwähnung geſchehen.

Einleitung. Die beiden hauptſächlichſten Richtungen in der Mineralogie — die naturhiſtoriſche Auffaſſungsweiſe, welche die äußeren Kennzeichen der Mineralien vorzugsweiſe beachtet und die ſich in der Kryſtallographie beſonders ausbildete, und die chemiſche Auffaſſungsweiſe, die ſich die Kenntniß der Zuſammenſetzung zur Aufgabe ſetzt — entwickelten ſich nicht eine ganz nach der andern, auch nicht gleichmäßig, ſondern abwechſelnd ſchien bald die eine, bald die andere Auffaſſungsart vorzuwalten. Die kryſtallographiſche Auffaſſung hat der Zeit nach länger die Mineralogie geleitet, wenn wir den Zeitraum hauptſächlich berückſichtigen, wo die Unterſuchung der Mineralien wiſſenſchaftlich betrieben wurde; allein die Kryſtallographie nahm in ihrer Entwicklung auch nur die Mineralien zum Gegenſtande ihres Studiums (das Wenige, was aus früherer Zeit über die kryſtallographiſchen Eigenſchaften künſtlicher chemiſcher Verbindungen beobachtet wurde, werden wir weiter unten angeben, wo wir die Erkenntniß des Einfluſſes der Zuſammenſetzung auf die Eigenſchaften bei chemiſchen Verbindungen beſonders beſprechen). Die Chemie hat in verhältnißmäßig kurzer Zeit einen entſchiedenen Einfluß auf die Mineralogie geltend gemacht, aber es war dies auch für die Chemie nur eine Anwendung von bereits gewonnenen Kenntniſſen, zu deren vorgängiger Erlangung ſie vieler Jahrhunderte beburft hatte.

Ueberſicht der zu betrachtenden Syſteme. Die verſchiedenen Syſteme, deren hier zu erwähnen iſt, laſſen ſich wohl am beſten in der Reihenfolge überſehen, daß wir die kryſtallographiſche und die chemiſche Richtung nicht abgeſondert, ſondern in ihrer Wechſelwirkung zuſammen betrachten. Wenig Aufmerkſamkeit nur verdienen hier die Claſſificationsverſuche, welche bis zum Anfange des 18. Jahrhunderts aufgeſtellt wurden. In der Mitte des 18. Jahrhunderts wird die Kryſtallgeſtalt von Linné als hauptſächlichſter Anhaltspunkt zur Errichtung eines Syſtems der Mineralien benutzt; wir haben die Entwicklung der Kenntniſſe über die Kryſtallformen zu verfolgen, und beſonders Deliſle's und Hauy's Einfluß hierauf zu beſprechen. Auf die genaue Kenntniß der Kryſtallgeſtalt geſtützt, aber auch zugleich die chemiſche Zuſammenſetzung berückſichtigend, führte Hauy ſeine Claſſification der Mineralien durch. Zur Würdigung des Hauy'ſchen Syſtems iſt es nöthig, die Fortſchritte, welche die Chemie in Bezug auf die Mineralogie bis dahin gemacht hatte, genauer zu betrachten; wir haben Cronſtedt's und Bergman's Mineralſyſteme kennen zu lernen; an die mineralogiſch-chemiſchen Arbeiten dieſer Gelehrten ſchließen

ſich die von Klaproth und Vauquelin an, und was die Analyſen der Letzteren über die Zuſammenſetzung der Mineralien ergeben, wird vorzüglich, zugleich mit den kryſtallographiſchen Merkmalen der Foſſilien, von Hauy bei der Aufſtellung ſeines Syſtems berückſichtigt. Neben Hauy's Syſtem iſt das von Werner gleichzeitig aufgeſtellte zu betrachten. Später treten ſich die naturhiſtoriſche und die chemiſche Richtung ſchroffer gegenüber; Berzelius gründet ſein mineralogiſches Syſtem ausſchließlich auf die chemiſche Zuſammenſetzung, Mohs das ſeinige ausſchließlich auf die äußeren Kennzeichen der Mineralien. Eine Vermittlung beider Syſteme in vielen einzelnen Fällen ging aus Mitſcherlich's Entdeckung des Iſomorphismus hervor, durch welche eine Aehnlichkeit in den äußeren Eigenſchaften als Folge ähnlicher chemiſcher Zuſammenſetzung nachgewieſen wurde; ein Syſtem aufzuſtellen, in welchem die Mineralien gleichzeitig nach der Analogie ihrer äußeren Eigenſchaften und ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung geordnet ſeien, verſuchten dann ſpäter Beudant, L. Gmelin, Naumann u. A.

Ueberſicht der zu betrachtenden Syſteme.

In den Schriften der Alten finden wir nichts, was uns zu der Anſicht berechtigen könnte, daß ſie überhaupt die Gebilde des Mineralreichs in einer umfaſſenderen Eintheilung zu überſehen geſucht hätten. Als den erſten Verſuch einer wenn auch nicht weiter durchgeführten Eintheilung der Mineralien müſſen wir den des Avicenna anſehen, der zuerſt Steine, Metalle, ſchweflige Subſtanzen und Salze unterſchied; eine Eintheilung, die gewiſſermaßen den naturhiſtoriſchen mit dem chemiſchen Charakter vereinigt, da ſie ſich auf die hervorſtechendſten phyſikaliſchen Eigenſchaften ſtützt, welche von chemiſcher Verſchiedenheit begleitet und bedingt ſind. Deßhalb ſehen wir auch eine Eintheilung, wie die Avicenna's, öfters wiederholt, und namentlich werden wir noch durch Werner's allgemeine Claſſification, die ich bald anführen werde, daran erinnert.

Avicenna's Eintheilung der Mineralien.

Inſofern für einen beſtimmten Kreis von Mineralien, wie er für einen einzelnen Beobachter in früherer Zeit durch ſeinen Aufenthaltsort einigermaßen begrenzt war, eine vollkommenere Einſicht in die äußeren Charaktere leichter zu erlangen iſt als in ihre chemiſchen Eigenſchaften, kann es uns nicht wundern, wenn wir einen der beſten Chemiker des 16. Jahrhunderts, Agricola, bei ſeiner Eintheilung der Mineralien die äußeren Unterſcheidungszeichen vorzugsweiſe berückſichtigen, den chemiſchen hingegen nur wenig Aufmerkſamkeit ſchenken ſehen. In ſeinen zehn Büchern de natura fossilium,

Agricola's Unterſcheidung der Mineralien.

wo zuerſt er eine genauere Beſchreibung aller Mineralien verſuchte, hat beſonders er die Methode der äußeren Kennzeichen in einer Vollkommenheit zur Unterſcheidung und Claſſification in Anwendung gebracht, die für ſeine Zeit höchſt anerkennenswerth iſt; und hat er auch ſpeciell die beiden Geſichtspunkte, die uns hier hauptſächlich beſchäftigen, den chemiſchen und den kryſtallographiſchen, wenig gefördert, ſo hat er doch allen ſpäteren Bearbeitern der Mineralogie weſentlich vorgearbeitet.

Becher's Eintheilung der Mineralien.

Der Erſte, welcher die chemiſchen Kennzeichen der Mineralien vorzugsweiſe hervorzuheben trachtete, war Becher in ſeiner 1669 erſchienenen Physica subterranea. Sein Standpunkt indeß, den ich in dem I. Theile, Seite 178 f., hervorgehoben habe, konnte ihn noch nicht befähigen, wirklich auf chemiſche Principien geſtützt eine Claſſification durchzuführen. Seine Anſichten darüber ſind undeutlich ausgedrückt. Er theilt die Mineralien in mixta simplicia, mixta composita und mixta decomposita. Mixta simplicia ſind z. B. Elementarerde und Waſſer, als composita bezeichnet er die Steine, Erden und Metalle. Die decomposita können nach ihm ſein sicca (wie Aſphalt und Schwefel), liquida (Bergöl), metallica (dahin rechnet er Zinnober, Arſenik, Realgar) oder salina (wie die Vitriole) u. ſ. w. Dieſe Anſichten geben weder Anhaltspunkte für ein beſtimmtes Syſtem aller Mineralien, noch für die Erkennung eines einzelnen, und ſo blieben die äußeren Kennzeichen für die, welche ſich mit der Mineralogie eigentlich beſchäftigten, zu jener Zeit und noch lange nachher die eigentliche Grundlage.

Entwicklung der kryſtallographiſchen Mineralogie.

Es wurden dieſe äußeren Kennzeichen, und unter ihnen hauptſächlich die kryſtallographiſchen, zur Grundlage des Syſtems, welches der berühmte Claſſificator des ganzen Bereiches der Naturgeſchichte, Linné, aufſtellte. Um die Entwicklung der Kryſtallographie hier anzuknüpfen, müſſen wir indeß weiter zurückgehen, und die erſten Anfänge dieſer Wiſſenſchaft betrachten.

Schon den Alten war das Vorkommen einzelner Mineralien in beſtimmten Formen, die häufig dieſelben oder einander ähnlich ſind, bekannt; und dieſe Eigenthümlichkeit diente ſchon dem Plinius im erſten Jahrhundert unſerer Zeitrechnung in einigen Fällen als Anhaltspunkt zur Beſchreibung. Vom Diamant unterſcheidet er z. B. ſechs Arten und giebt die Beſchreibung des einen: Indici, non in auro nascentis, sed quadam crystalli cognatione; siquidem et colore translucido non differt, et laterum

Digitized by Google

sexangulo laevore turbinatus in mucronem, aut duabus contrariis partibus, quo magis miremur, ut si duo turbines latissimis suis partibus jungantur. Und von dem Bergkryſtall ſagt er: Quare sexangulis nascatur lateribus (crystallus), non facile ratio inveniri potest, eo magis quod neque mucronibus eadem species est, et ita absolutus est laterum laevor, ut nulla id arte possit aequari. An dem Bergkryſtall machten die Alten zuerſt die Beobachtung einer von Natur regelmäßigen Geſtalt, und von ihm trug ſich die Bezeichnung Kryſtall auf alle ſolche Körper über. Dem Bergkryſtall ſelbſt war von den Griechen der Name gegeben mit Rückſicht darauf, daß ſie ihn, wie Eis, durch heftige Kälte entſtanden wähnten (κρύσταλλος, Eis). In der letzten der eben mitgetheilten Stellen liegt zugleich ſchon die Wahrnehmung eines Umſtandes, der lange diejenigen verwirrt machte, welche ſich mit der Betrachtung der Kryſtalle abgaben, nämlich die Verſchiedenheit in der Geſtalt von Exemplaren, die offenbar einer und derſelben Subſtanz angehören. Welches Hinderniß dieſer Umſtand in den Weg legte, und zu welchen Irrthümern er Veranlaſſung gab, erſieht man nach langem Zwiſchenraume, in dem die Kryſtallkunde wenig oder gar keine Fortſchritte gemacht hatte, aus den Anſichten Geſſner's [1]), der 1564 in ſeinem Werke »de rerum fossilium, lapidum et gemmarum maxime figuris« die Anſicht ausſprach, die verſchiedenen Kryſtalle derſelben Subſtanz ſeien nicht allein durch die verſchiedene Größe der Flächen, ſondern auch durch die der Winkel, folglich in der ganzen Figur verſchieden. Es war dies die Meinung, welche bis in die zweite Hälfte des 18. Jahrhunderts bei vielen Mineralogen die herrſchende blieb, obwohl ſchon 1669 der berühmte Anatom Nicolaus Steno (geboren 1638 zu Kopenhagen, geſtorben 1687 zu Schwerin) die Conſtanz der Winkel bei dem Bergkryſtall, und 1707 der Italiener Gulielmini daſſelbe als ein für alle Kryſtalle gültiges Princip ausgeſprochen hatte. Doch wurde dieſer Satz erſt beſtimmter bewieſen und allgemein angenommen, als die Kryſtallographie dadurch genauer ſtudirt wurde, daß ſie als ein hauptſächliches Hülfsmittel der Mineralogie zutrat.

Entwicklung der kryſtallographiſchen Mineralogie.

[1]) Conrad Geſſner, als Polyhiſtor bekannt, war 1516 zu Zürich geboren. Nachdem er ſeine Studien in ſeiner Vaterſtadt, Straßburg und Paris gemacht hatte, wurde ihm in Zürich ein unbedeutendes Schulamt übertragen. Unzufrieden hiermit, ſtudirte er Medicin zu Baſel, blieb indeß auch nicht in dieſer Richtung, ſondern nahm eine Profeſſur der griechiſchen Sprache zu Lauſanne an, die er ſpäter gegen eine Profeſſur der Philoſophie in Zürich vertauſchte, wo er zugleich als praktiſcher Arzt ſich beſchäftigte. Er ſtarb 1565.

Linné's Syſtem der Mineralien.

Von Linné finden wir zuerſt in ſeinem Systema naturae (1768) die kryſtalliniſche Form als das wichtigſte Kennzeichen der Mineralien hervorgehoben, aber unbekannt mit der Zurückführung der Kryſtallgeſtalten auf einander, mit der ſcharfen geometriſchen Beſtimmung jeder vorkommenden Form, ſtellte er alle Mineralien zuſammen, die eine nur irgend annähernde Aehnlichkeit in der Kryſtallgeſtalt zeigen, unbekümmert, ob ſie ſonſt auch nur irgend etwas anderes Gemeinſames in ihren Eigenſchaften beſäßen. So ſtellte er die verſchiedenartigſten Stoffe, Diamant und Alaun z. B., zuſammen, weil ihnen die oktaedriſche Geſtalt gemeinſam iſt, und führte überhaupt die Errichtung eines künſtlichen Syſtems, welches in der Botanik mit Beifall aufgenommen worden war, in der Mineralogie mit einer Conſequenz durch, die, nur Einem Leitfaden folgend, die ſyſtematiſche Ueberſicht über alle anderen Kennzeichen der Mineralien vernichtete.

So konnte es nicht fehlen, daß andere Naturhiſtoriker, in den entgegengeſetzten Fehler fallend, die kryſtallographiſchen Kennzeichen als die allerunweſentlichſten betrachteten, wie dies namentlich Buffon in ſeiner Histoire naturelle des minéraux 1783 ausſprach und die Claſſificirung ohne weitere Rückſicht auf dies Merkmal durchzuführen ſuchte. Aber die Kryſtallgeſtalt konnte auch dann erſt mit Nutzen zur Diſtinction gebraucht werden, als man die verſchiedenartigſten Formen eines und deſſelben Minerals auf eine einzige zurückführen, aus einer einzigen ableiten lernte.

Zurückführung der Kryſtallformen auf Grundgeſtalten.

Ohne uns hier bei den Mineralogen aufhalten zu wollen, die für einzelne leichtere Fälle die Zurückführung verſchiedener Geſtalten eines Minerals auf eine einfachere Geſtalt verſuchten (wie denn z. B. Werner ſchon 1774 die Abſtumpfung, Zuſchärfung und Zuſpitzung der Kanten und Ecken als die Urſachen ausſprach, welche die Kryſtallgeſtalt deſſelben Körpers verändern können), gehen wir gleich zu den Männern über, welche vorzüglich die Kryſtallographie aus einem allgemeineren Geſichtspunkte betrachteten und auf wiſſenſchaftlich beſtimmte Principien zurückzuführen wußten.

Bergman.

Die erſte Entdeckung, daß ſich aus allen Formen einer kryſtalliſirten Subſtanz eine einzige, die Grundgeſtalt, durch Spalten erhalten laſſe, ſcheint Gahn und Bergman anzugehören. Gahn bemerkte, daß Kalkſpathkryſtalle, die eine von der rhomboedriſchen ſehr verſchiedene Geſtalt haben, ſich auf dieſe durch Spaltung zurückführen laſſen; er theilte dieſes Factum an Bergman mit, welcher in einer 1773 publicirten Abhandlung (variae crystallorum formae a Spatho ortae) die Herleitung einer Grundgeſtalt aus verwickelteren

Combinationen durch mechaniſche Theilung nachzuweiſen und zugleich zu zeigen ſuchte, auf welche Art aus der Grundgeſtalt eine Combination, durch Juxtapoſition mehrerer Rhomben z. B. eine ſechsſeitige Säule, entſtehen kann. Bergman übrigens führte dieſe Anſicht zu wenig allgemein durch, als daß man ihm die Begründung der Kryſtallographie beilegen könnte, wie ſie ſpäter Hauy, auf daſſelbe Factum geſtützt, nachwies. Zurückführung der Kryſtallformen auf Grundgeſtalten.

Zu gleicher Zeit mit Bergman bemühete ſich ein anderer Gelehrter, die Regelmäßigkeiten in der Kryſtallform aufzufinden. De l'Isle [1]), der ſeit 1772 als Schriftſteller über dieſen Gegenſtand aufgetreten war, ſuchte beſonders in ſeiner 1783 veröffentlichten Crystallographie zu beweiſen, daß die Winkel jedes Kryſtalls von unveränderlicher Größe ſind, welches auch die Veränderung in der Form ſein mag, welche durch die verſchieden große Ausbildung der einzelnen Seitenflächen hervorgebracht wird; er bemerkte dabei, daß ſich dieſe Unveränderlichkeit der Winkel nur auf die primitive Geſtalt des Kryſtalls beziehe, von welcher ſich aber die ſecundären Formen durch mannichfaltige Umgeſtaltungen ableiten laſſen. De l'Isle bemühete ſich, dieſe Idee in der Unterſuchung einzelner Mineralien durchzuführen; als der Erſte verſuchte er für verſchiedene Mineralien ſogar die Größe der Winkel zu beſtimmen. Doch wurden ſeine verdienſtvollen Bemühungen wenig anerkannt, theils weil in jener Zeit, wo er arbeitete, die Gelehrten im Allgemeinen nicht zu ſolchen Unterſuchungen hinneigten, theils weil ſpäter, als Hauy den kryſtallographiſchen Studien mehr Beachtung erwirkte, die Leiſtungen des Letzteren die ſeines Vorgängers verdunkelten und das Studium ſeiner Werke überflüſſig machten. Romé de l'Isle.

[1]) Jean Baptiſte Louis Romé de l'Isle war geboren zu Grai 1736. Selne erſte Ausblldung erhicit er zu Paris; hier ſchloß er ſich einer Expedition nach Oſtindien an, wo er bei der Einnahme von Pondichery durch die Engländer gefangen genommen wurde. Als Gefangener kam er nach einander nach Tranquebar, St. Thomas und Chlna; auf dieſen Reiſen bildete ſich ſein Sinn für Naturforſchung aus. Nach Paris 1764 zurückgekehrt, ſtudirte er Mineralogie unter Sage, der ihm in jeder Beziehung Unterſtützung angedeihen ließ. Von Geldmitteln entblößt, fand de l'Isle Aufnahme bei einem reichen Liebhaber der Wiſſenſchaften, d'Ennery. Durch ſeine Arbeiten inzwiſchen bekanuter geworden, bewarb er ſich 1780 um eine Stelle in der Akademie, die er indeß nicht erhielt. 1785 wurde ihm eine Penſion von 500 Livres zu Theil, aber bald darauf verlor er ſeinen Wohlthäter d'Ennery durch den Tod. Zu dieſem Unglücke geſellte ſich ſpäter noch Härteres; er verlor faſt ganz ſein Geſicht. Ludwig XVI., von ſeiner traurigen Lage unterrichtet, erhöhete ſeine Penſion. De l'Isle ſtarb 1790.

Zurückführung der Kryſtallformen auf Grundgeſtalten. Hauy.

Hauy [1]), deſſen Einfluß auf die Wiſſenſchaft von 1782 an datirt, hat die Entſtehung der verſchiedenen Formen eines Körpers und ihre Zurückführung auf Eine Grundgeſtalt zu einem der wichtigſten Principien in der Mineralogie erhoben. Kein Anderer hat aber auch dieſe Idee mit ſo viel Eigenthümlichkeit aufgefaßt, kein Anderer ſie mit ſo viel Ausdauer durchgeführt und mit ſo viel Erfolg angewandt. Seine Annahme der molécules intégrantes, aus welchen die Körper beſtehen ſollen und denen er die Primitivform zuſchreibt, in Verbindung mit ſeiner Lehre über die Geſetzmäßigkeiten, nach welchen ſich die Größe der Schichten dieſer Molecüle ändert, gab zuerſt eine deutliche Vorſtellung über die Entſtehung der verſchiedenen ſecundären Formen. Die Beſtändigkeit der Winkel an der Geſtalt, die ſich bei der mechaniſchen Zertheilung der verſchiedenſten Formen eines Körpers findet, ließ ihn die Größe dieſer Winkel als einen der wichtigſten Charaktere eines Minerals unterſcheiden, und ihm überhaupt die Kryſtallform als das wichtigſte Princip bei der Beſtimmung der Mineralien erſcheinen. Indem jedoch Hauy dieſe Eigenſchaft nicht als die einzig zu beachtende anſah, ſondern im Gegentheil der Anſicht war, daß jede weſentliche Verſchiedenheit in der Kryſtallgeſtalt eine weſentliche Verſchiedenheit in der Zuſammenſetzung anzeigt, leiſtete er der mineralogiſchen Chemie ausgezeichnete Dienſte, durch ſcharfe Beſtimmung der eigenthümlichen Mineralien und durch Aufmunterung, die Eigenthümlichkeit derſelben auch durch die chemiſche Analyſe zu beſtätigen.

[1]) René Juſt Hauy war 1743 zu Saint-Juſt im Departement der Oiſe geboren, wo ſein Vater als armer Leinweber lebte. In einem Kloſter erzogen, kam er ſpäter nach Paris, wo er ſich längere Zeit durch Singen als Chorknabe ſelbſt erhalten mußte. Neben ſeinen geiſtlichen Studien beſchäftigte er ſich ſchon früh mit Naturwiſſenſchaften, anfangs hauptſächlich mit Botanik, ſpäter erſt mit Mineralogie. Nach ſeinen Entdeckungen über die Zurückführung der Kryſtallformen auf Grundgeſtalten wurde er 1783 Mitglied der Akademie. Während der Revolution war er einige Zeit hindurch gefangen, weil er den den Prieſtern abgeforderten Eid nicht leiſten wollte. Unter Napoleon wurde er vielfach ausgezeichnet und 1802 zum Profeſſor der Mineralogie an dem Musée d'histoire naturelle ernannt. Unter der Reſtauration verlor er ſeine Stelle und zuletzt ſogar ſeine Penſion. Er zog ſich in ſeine Vaterſtadt zurück, wo er 1822 ſtarb. Seine erſten Schriften ſind in dem Journal de physique, von 1782 an, enthalten; ſpäter ſchrieb er ſeinen Essai d'une thèorie sur la structure des cristaux (1784), ſeinen Traité de minèralogie (welcher zuerſt von 1801 an in 5 Bänden publicirt wurde), ſein Tableau comparatif des résultats de la cristallographie et de l'analyse chimique (1809) und ſeinen Traité de cristallographie (1822) u. a.; auch verfaßte er einen Traité de physique (1804).

Cronſtedt's Syſtem der Mineralien.

Wir haben im Anfange dieſes Abſchnitts geſehen, wie unzulänglich die erſten Verſuche waren, eine Unterſcheidung der Mineralien auf ihre chemiſche Verſchiedenheit zu baſiren. Mit beſſerem Erfolge bemühete ſich Cronſtedt 1758, eine ſolche Claſſification durchzuführen. Er theilte die Mineralien in vier große Klaſſen: Erdarten, Salze, Harze und Metalle; die Erdarten, zu welchen er auch die Steine rechnete, welche früher als eine eigene Klaſſe unterſchieden worden waren, theilte er weiter ein je nach der verſchiedenen Erdart, die ſich in ihnen findet, in kalkhaltige, thonhaltige, kieſelerdehaltige u. ſ. w. Mineralien. Für dieſe Geſchlechter von Erdarten bildete er die Unterabtheilungen, je nach der Säure oder dem anderen Beſtandtheile überhaupt, der darin mit einer Erde verbunden iſt. Allein die Kenntniß der chemiſchen Zuſammenſetzung war damals noch zu unvollkommen, als daß ein ſolches Syſtem ſich mit Schärfe hätte durchführen laſſen. Auch dienten die chemiſchen Eigenſchaften damals noch nie zur Beſtimmung eines Minerals, ſondern nur dazu, bereits bekannten Mineralien ihre Stelle in dem Syſteme anweiſen zu laſſen.

Bald nach Cronſtedt bemühete man ſich um genauere Unterſuchung der chemiſchen Zuſammenſetzung der Mineralien, und hauptſächlich war es Bergman, deſſen Verdienſte um die analytiſche Chemie wir bereits beſprochen haben, der hierfür thätig war.

Entwicklung der chemiſchen Mineralogie.

Der einzige, der vor ihm, gleichzeitig ſich mit Chemie und Mineralogie beſchäftigend, für die Kenntniß der chemiſchen Zuſammenſetzung Hinlängliches gethan hatte, um hier Erwähnung zu verdienen, war der franzöſiſche Chemiker Sage[1]), welcher von 1769 an eine Menge Mineralien unterſuchte, aber immer nur in Hinſicht auf die qualitative Zuſammenſetzung und auch dieſe nur mit großer Unvollkommenheit. In ſolcher Art waren auch die vielen Analyſen Anderer geführt, die in dieſe Zeit fallen, und deren Beſprechung hier füglich übergangen werden kann. Erſt Bergman begründete den chemiſchen Theil der Mineralogie auf eine Weiſe, die geeignet war, die Vortheile einer ſolchen Unterſuchungsart in klares Licht zu ſetzen. Vorzüglich für die Analyſe der Mineralien war er thätig durch ſeine Abhandlungen »de docimasia minerarum humida« (1780),

[1]) Georg Balthaſar Sage war geboren 1740. Viele Analyſen von ihm finden ſich in den Memoiren der Pariſer Akademie, deren Mitglied er vor der franzöſiſchen Revolution war; außerdem in ſeinem Examen chymique de différentes substances minérales (1769). Er ſtarb 1824.

Entwicklung der chemiſchen Mineralogie.

»de terra gemmarum« (1780) und ähnliche Monographien, und »de tubo ferruminatorio ejusdemque usu in explorandis corporibus praesertim mineralibus« (1779). Zugleich vervollkommnete er die quantitative Analyſe, wandte ſie auf die Mineralien an, zeigte an einzelnen Unterſuchungen, z. B. in einer ausgedehnteren über die vulcaniſchen Producte (1777), von welchem Nutzen die Chemie der Mineralogie als Hülfswiſſenſchaft ſein kann, und verſuchte in ſeiner Sciagraphia regni mineralis secundum principia proxima digesti (1782) eine Claſſification der Mineralien nach rein chemiſchen Principien durchzuführen.

Bergman's Syſtem der Mineralien.

Bergman verwirft hier die Claſſification der Mineralien nach ihren äußeren Eigenſchaften. Generalis contemplatio minime fida pollicetur criteria, ab externa facie desumta. Die Härte und Farbe ſeien ſehr ſchwankend bei denſelben Körpern, die Kryſtallgeſtalt zu wechſelnd. Nur zur Beſtimmung der Varietäten könne man ſolche Eigenſchaften als Anhaltspunkt brauchen, nicht zur Errichtung eines Syſtems. E compositione et interna indole classes, genera et species determinentur, varietates autem ab externa facie. Seine Eintheilung iſt für die Klaſſen die Avicenna's; es giebt nach ihm vier Klaſſen von Mineralien, Sales, Terrae (Erdarten und Steine), Bitumina (brennbare Mineralien), Metalla. — Als Genera der Salze führt er an sales neutrales (alkaliſche Mittelſalze), sales terrestres, sales metallicos. — Die Genera der Erden bilden die Verbindungen der Schwererde, des Kalks, der Magneſia, der Thonerde und Kieſelerde; die Species werden für die erſteren gebildet durch Verbindung mit den verſchiedenen Säuren, für die Kieſelerde durch Verbindung mit den anderen Erden. — Unter die Bitumina werden gerechnet: der Schwefel, das Bergöl, der Diamant. — Dann folgen die einzelnen Metalle.

Bergman war der einzige mineralogiſche Chemiker, deſſen Arbeiten wirklich über die Conſtitution der Mineralien ſchon vor Hauy's Zeit Licht verbreiteten. Diejenigen Scheidekünſtler, welche in ſeinem Geiſte weiter gingen, und die chemiſchen Verhältniſſe der Mineralien noch umfaſſender und genauer erkennen lehrten, Klaproth und Vauquelin, waren für die chemiſchen Unterſuchungen zu derſelben Zeit thätig, wo Hauy die kryſtallographiſchen Verhältniſſe zu erforſchen ſuchte; des Letzteren Entdeckungen wurden ſogar zum Theil von Hauy ſelbſt herbeigeführt. Klaproth, der in dem Zeitraume von 1780 bis 1815 mehrere hundert verſchiedene Mineralien mit einer Genauigkeit, welche die neuere Wiſſenſchaft nur in verhältnißmä-

ßig wenigen Fällen zu vervollkommnen gewußt hat, unterſuchte, ſtand in dieſer Beziehung, und was die Auswahl wichtiger Subſtanzen angeht, ſelbſtſtändiger da als Vauquelin, der in Haüy eine Stütze für die Wahl der für die Wiſſenſchaft intereſſanten und Vortheil verſprechenden Mineralien hatte.

Haüy ſelbſt beförderte die chemiſche Unterſuchung der Mineralkörper, weil er ſeine auf kryſtallographiſche Betrachtungen gegründeten Diſtinctionen von der chemiſchen Unterſuchung beſtätigt ſehen wollte, ſeinem Princip gemäß, daß bei kryſtalliſirten Körpern jede Verſchiedenheit der Grundform eine Verſchiedenheit in der Zuſammenſetzung anzeigt. Wirklich trennte auf dieſe Art Haüy mit Glück Mineralien als weſentlich verſchiedene, die man vorher für identiſche gehalten hatte, und ſagte ſo das Reſultat voraus, was nachher die chemiſche Zerlegung ergab, nämlich Verſchiedenheit der Zuſammenſetzung. So unterſchied z. B. Haüy von dem Schwerſpath ein ihm ähnliches Mineral, was auch in chemiſcher Beziehung dem Anſcheine nach damit identiſch zu ſein ſchien, aus dem Grunde, weil er conſtant die Winkel der Grundgeſtalt um einige Grade verſchieden fand, und Vauquelin zeigte, daß die abweichenden Kryſtalle nicht Baryt, ſondern Strontianerde enthalten. So trennte er den Dioptas von dem Smaragd, den Epidot von dem Strahlſtein, das Würfelerz vom arſenikſauren Kupfer, den Nephelin vom Schörl und Feldſpath, ſo vereinigte er im Gegentheil den Hiacinth und Zirkon, den Beryll und Smaragd, und die chemiſche Analyſe ergab ſpäter für die erſtern verſchiedene, für die letztern gleiche Zuſammenſetzung. Haüy's Syſtem der Mineralien.

Die vorhergehende Auseinanderſetzung der Anſichten Haüy's läßt bereits die ſcharfſinnige Begründung des Claſſificationsſyſtems dieſes Mineralogen einſehen. Als unterſcheidenden Charakter ſtellte Haüy die Kryſtallform voran; ihre Anzeigen fand er in der chemiſchen Unterſuchung beſtätigt; die chemiſche Zuſammenſetzung läßt ſich leicht unter allgemeinere und ſyſtematiſche Ueberſicht bringen, und deßhalb wählte Haüy zur Claſſification der Mineralien eine Ordnung, welche auf die chemiſche Zuſammenſetzung baſirt iſt, wie denn auch in ſeiner Nomenclatur die Mineralien von einfacherer Zuſammenſetzung nur durch Angabe ihrer Beſtandtheile, nur als chemiſche Verbindungen bezeichnet ſind. Wenn aber auch bei Haüy die Zuſammenſetzung im Allgemeinen als Argument der Claſſification genommen ſind, ſo wird doch den äußeren Eigenſchaften, namentlich was die Reihenfolge der Unterabtheilungen in dem Syſteme angeht, ein gebührender Einfluß gewahrt.

Werner's Syſtem der Mineralien.

Wir haben hier die Grundlagen von Hauy's Syſtem ausführlicher betrachten müſſen, weil die hohe Autorität, in welcher es von ſeiner Aufſtellung an ſtand, von dem weſentlichſten Einfluß auf die Annahme einer ſo wichtigen Erweiterung der Chemie, ihrer Anwendung auf die Mineralogie, war. Aus derſelben Urſache iſt hier ein anderes mineralogiſches Syſtem hervorzuheben, das von Werner [1]), was der Zeit nach noch vor dem Hauy's aufgeſtellt wurde, was aber in unſerer Betrachtung der verſchiedenen Mineralſyſteme auch hier noch paſſend ſeinen Platz findet. Hauy's claſſificatoriſche Principien waren im Zuſammenhange mit der Entwicklung der Kryſtallographie, an der er ſo großen Antheil genommen, und der mineralogiſchen Chemie zu erörtern. Werner's Unterſcheidung der Mineralien, wie er ſie ſchon 1774 ausſprach, war gleichfalls auf dieſe beiden Grundlagen baſirt, aber er hob keine mit der Beſtimmtheit hervor, wie dies Hauy gethan hatte; beide waren aber weſentliche Bedingungen des Unterſcheidungszeichens, welches Werner als das hauptſächlichſte anſah, des allgemeinen Ausſehens, des Habitus der Mineralien. Dahin gehörte alſo vorzüglich neben der Kryſtallgeſtalt die Farbe, der Glanz, dann die Härte und das ſpecifiſche Gewicht. Werner's allgemeine Eintheilung der Foſſilien in vier große Klaſſen, erdige, ſalzige, brennbare und metalliſche, entſpricht einer chemiſchen Anordnung, ohne daß er ſich jedoch, was die Einſchaltung der einzelnen Mineralien in das Syſtem betrifft, ganz einem beſtimmten chemiſchen Princip gefügt hätte.

Werner's Syſtem war in den letzten Jahrzehnten des 18. Jahrhunderts und im Anfange des jetzigen in Deutſchland das herrſchende, und auch in den anderen Ländern von vielen Mineralogen anerkannt. Wir finden in ihm bei vorzüglicher Berückſichtigung der äußeren Kennzeichen doch

[1]) Abraham Gottlob Werner war geboren 1750 zu Wehnau in der Oberlauſitz, wo ſein Vater Bergbeamter war. Er bezog 1769 die Bergakademie zu Freiberg und 1771 die Univerſität zu Leipzig. An der erſteren wurde er 1775 Profeſſor der Mineralogie, in welcher Stellung er bis zu ſeinem Tode 1817 verblieb. Werner unterſchied zuerſt die Oryktognoſie von der Geognoſie; die letztere Wiſſenſchaft ſtellte er zuerſt als eine empiriſche dar, während man vor ihm nur die Geologie, als eine Theorie der Entſtehung der Erde überhaupt, gekannt hatte. — Hinſichtlich ſeines Mineralſyſtems hat Werner nur wenig ſelbſt publicirt (ſeine Schrift: »über die äußeren Kennzeichen der Foſſilien« erſchien 1774); hauptſächlich wurde es verbreitet durch ſeinen mündlichen Unterricht, zu welchem ſich Zuhörer aus allen Ländern Europa's zuſammendrängten, und durch Werke ſeiner Schüler. Nach ſeinem Tode wurde aus den hinterlaſſenen Schriften »Werner's letztes Mineralſyſtem« von ſeinen Schülern Breithaupt und Köhler herausgegeben.

auch, wenn auch untergeordnete, des chemiſchen Charakters; es iſt hiermit Werner's Syſtem eben ſowohl ein gemiſchtes zu nennen, als alle früheren (mit Ausnahme des Linné'ſchen) und das von Hauy, in welchem wir, neben chemiſcher Grundlage, doch eine ſtrenge Berückſichtigung der äußeren Eigenſchaften, und ganz vorzüglich der Kryſtallform, ſehen. Bald jedoch wurde verſucht, entweder das eine oder das andere dieſer Principien allein zum Leitfaden der Claſſification zu gebrauchen, und nach dieſer vorgängigen Beſprechung der gemiſchten Syſteme können wir zu der Entwicklung der rein chemiſchen übergehen, welche durch die erſteren vorbereitet waren, mit Berückſichtigung der entgegengeſetzten Syſteme, weil ſie für das Schickſal der rein chemiſchen viele Wichtigkeit hatten.

Aufſtellung rein chemiſcher Syſteme. Berzelius' erſtes Mineralſyſtem.

Den erſten Verſuch, ein Syſtem der Mineralogie ganz nach chemiſchen Principien zu errichten, die Mineralien hinſichtlich der Claſſification nur als chemiſche Verbindungen zu betrachten, machte Berzelius 1814. Es war hierin vorgearbeitet durch die zahlreichen Mineralanalyſen, welche nach Klaproth und Vauquelin von vielen anderen Chemikern ausgeführt worden waren, vor allen durch Berzelius' eigene und vorzüglich genaue Zerlegungen. Hierzu kam die Entdeckung der Zuſammenſetzung der Alkalien und Erden, dieſer wichtigen Beſtandtheile der Mineralien, die Entdeckung der Lehre von den beſtimmten Proportionen, die Erkenntniß des Elektrochemismus. Berzelius faßte mit ſeiner Anſicht, daß alle Zuſammenſetzung auf entgegengeſetzten elektriſchen Eigenſchaften der Körper beruhe, daß ſie poſitiv und negativ elektriſche Beſtandtheile enthalten, die Entdeckung zuſammen, daß die Kieſelerde ſich gegen die anderen Erden und Alkalien als Säure verhält; er wies nach, daß man die kieſelhaltigen Mineralien als Salze, alle als wahre chemiſche Verbindungen betrachten kann, bei denen die eigentliche Bedingung hierfür, Zuſammenſetzung in ſtöchiometriſchen Verhältniſſen, ſtattfindet. Berzelius ſah hiernach die Mineralien nur als chemiſche Verbindungen an, deren Zuſammenſtellung nach chemiſchen Principien durchzuführen ſei, ohne daß dabei die äußeren Charaktere auf irgend eine Weiſe die Claſſification bedingen dürfen. Als Hülfsmittel hierzu diente die elektrochemiſche Reihe, worin jedem Elemente ſeine Stelle durch ſeine Eigenſchaften, nicht durch die Willkür des Claſſificators, angewieſen ſein ſoll. In dem von Berzelius 1814 vorgeſchlagenen Mineralſyſteme waren demnach die Mineralien nur nach ihren chemiſchen Eigenſchaften und zwar nach ihren

Berzelius' erſtes Mineralſyſtem.

elektropoſitiven Beſtandtheilen geordnet, und indem er dieſe Beſtandtheile in der Ordnung aufzählte, wie ſie in der elektrochemiſchen Reihe ſtehen, ſchien eine vollkommen folgerechte und nirgends zweifelhafte Claſſification durchgeführt zu ſein.

Während ein ſolches Syſtem den Chemikern vollkommen genügend erſchien, zumal da hiernach die Oryktognoſie eigentlich nur als ein Theil der Chemie anzuſehen war, — hielten viele Mineralogen eine ſolche Eintheilung nicht für naturgemäß. Sie vermißten in dieſer elektrochemiſchen Claſſification die Zuſammenſtellung von Körpern, die ihrem ganzen äußeren Weſen nach ſehr verwandt zu ſein und deßhalb zuſammenzugehören ſcheinen, die aber in dem neuen Syſteme wegen ihres Gehalts an verſchiedenen elektropoſitiven Beſtandtheilen nicht zuſammengeſtellt werden konnten. Die Mineralogen wünſchten den äußeren Kennzeichen mehr Beachtung geſchenkt zu ſehen, als dies hier möglich war, wo nur die Zuſammenſetzung, und weiter nichts, in's Auge gefaßt wurde. Sie fanden in Werner's und namentlich in Hauy's Syſteme der Forderung der Chemiker, ganz heterogen zuſammengeſetzte Körper nicht als als mineralogiſch zuſammengehörende hinzuſtellen, Genüge gethan, und zwar ohne daß dabei die Beachtung der äußeren Eigenſchaften weniger berückſichtigt worden wäre. In Deutſchland wurde das Berzelius'ſche Syſtem, gleich nach ſeiner Veröffentlichung 1814, von Hausmann für unzuläſſig aus dem mineralogiſchen Geſichtspunkt erklärt, aber hier ſowohl als auch in den anderen Ländern übte doch Berzelius' Anſicht Einfluß aus, auch auf die gemiſchten Syſteme, und Hauy ſelbſt, wie die Vertreter des Werner'ſchen Syſtems, modificirten danach einzelne Theile ihrer Claſſification, ohne jedoch die ganz chemiſche Grundlage von Berzelius' Anordnung als naturgemäß anzuerkennen.

Einfluß der Entdeckung des Iſomorphismus.

Inzwiſchen wurde von Mitſcherlich 1819 die Entdeckung des Iſomorphismus gemacht, welche eben ſowohl für Hauy's Syſtem, als für die Claſſification von Berzelius von großer Wichtigkeit wurde, inſofern ſie eins der hauptſächlichſten Principien des erſteren widerlegte, und eine gänzliche Umgeſtaltung des letzteren nöthig machte. Ich werde auf die Entdeckung des Iſomorphismus noch einmal ſpeciell znrückkommen; hier will ich indeß dasjenige von der Geſchichte dieſer Entdeckung beibringen, was für die mineralogiſche Chemie beſondere Wichtigkeit hatte.

Hauy's Princip, daß ungleiche Kryſtallgeſtalt mit ungleicher chemiſcher Zuſammenſetzung ſtreng verknüpft ſei, hatte ihn zu Folgerungen über die chemiſche Conſtitution von Mineralien geführt, welche die Erfahrung

beſtätigte. Hiernach glaubte Haüy es als durchaus bewieſen anſehen zu können, daß gleiche Kryſtallform (die nicht dem regulären Syſtem angehört) nur bei gleicher Zuſammenſetzung ſtatthaben könne; daß ungleiche Zuſammenſetzung aber ſtets durch Verſchiedenheit in der Kryſtallgeſtalt angedeutet ſein müſſe. Einfluß der Entdeckung des Iſomorphismus.

Es lagen inzwiſchen ſchon frühere Beobachtungen an Mineralien vor, wo für dieſelben Species, bei unveränderter Kryſtallgeſtalt, ſehr verſchiedene Zuſammenſetzung gefunden worden war. So z. B. war für das Rothgültigerz (vergl. da) von einigen Beobachtern Arſenik als weſentlicher Beſtandtheil gefunden, von anderen Antimon; für den Granat war um 1790 von Klaproth und Vauquelin die Zuſammenſetzung ſehr verſchieden angegeben worden, der Eine fand darin viel Eiſenoxyd und wenig Thonerde, der Andere umgekehrt. Ebenſo hatte die Analyſe für mehrere Mineralien von der Form des Kalkſpaths, und welche Haüy dieſem anreihete, ſehr verſchiedene Zuſammenſetzungen ergeben: Eiſen, Mangan und Bittererde waren in ſehr wechſelnden Mengen darin gefunden worden. Hier ſchien für gleiche Kryſtallform ungleiche Zuſammenſetzung nachgewieſen zu ſein; Berthollet betrachtete 1801 dieſe Fälle als Beweiſe dafür, daß die chemiſchen Verbindungen in unbeſtimmten, allmälig ſich ändernden Proportionen ſtattfinden; Prouſt betrachtete ſie als keine eigenthümliche Verbindungen, ſondern als Miſchungen mehrerer. Der Arragonit und der Kalkſpath ſchienen gleichfalls, aber in anderer Art, ein Beweis dagegen zu ſein, daß gleiche Kryſtallform und gleiche Zuſammenſetzung ſich wechſelſeitig bedingen, ebenſo der Rutil und der Anatas (doch finden die Unterſuchungen hierüber beſſer ihren Platz bei der Geſchichte des Dimorphismus); denn für dieſe Subſtanzen war bei verſchiedener Kryſtallform vollkommen gleiche Zuſammenſetzung gefunden worden. Haüy betrachtete dieſe Fälle, welche mit ſeinem Princip im Widerſpruch zu ſtehen ſchienen, als auf der Unvollkommenheit der chemiſchen Analyſe beruhend, und hoffte, daß bei weiterem Vorſchreiten derſelben ſich dieſe Widerſprüche löſen würden; ſpäter ſuchte er mehrere durch die Annahme einer großen Kryſtalliſationskraft für einzelne Subſtanzen (vergl. unten bei Iſomorphismus) zu erklären. Aber die rechte Erklärung der Fälle der erſten Art wurde erſt von Mitſcherlich durch die Entdeckung des Iſomorphismus gegeben.

Eine Betrachtungsweiſe, welche weiter ausgeführt auf die Entdeckung des Iſomorphismus hätte hinführen können, äußerte Fuchs[1]) bereits 1815.

[1]) Johann Nepomuk Fuchs iſt 1777 zu Mattenzell bei Bremberg in Baiern

Einfluß der Entdeckung des Iſomorphismus.

Ob ſie gleich mit der Entdeckung des Iſomorphismus, die ſpäter erſt genauer zu erzählen iſt, in Verbindung ſteht, ſchalte ich ſie doch hier ein, weil ſie zunächſt in die mineralogiſche Chemie gehört. Bei Gelegenheit der Analyſe eines von ihm Gehlenit genannten Minerals, als deſſen Beſtandtheile er Kieſelerde, Thonerde, Kalk, Eiſenoxyd und Waſſer beſtimmte, fand Fuchs, daß ſich aus ſeiner Analyſe gut eine chemiſche Formel ableiten laſſe, wenn man das Eiſenoxyd und den Kalk zuſammenfaſſe, ihren gemeinſchaftlichen Sauerſtoffgehalt mit dem der übrigen Beſtandtheile vergleiche. Er ſagte hier: »Ich halte das Eiſenoxyd nicht für einen weſentlichen Beſtandtheil dieſer Gattung, ſondern bloß für einen vicariirenden Beſtandtheil, wenn ich mich dieſes Ausdrucks bedienen darf, für einen Stellvertreter von faſt eben ſo viel Kalk, welcher bei der Abweſenheit des Eiſenoxyds zur Ergänzung noch vorhanden ſein müßte, um mit den anderen Beſtandtheilen in das gehörige Verhältniß zu treten, und ich glaube, daß ſich in der Folge Varietäten finden werden, die viel weniger oder gar kein Eiſenoxyd, dagegen aber größere Quantitäten von Kalk enthalten werden. — — Aus dieſem Geſichtspunkte wird man die Reſultate mehrerer Analyſen von Mineralkörpern betrachten müſſen, wenn man ſie einerſeits mit der chemiſchen Proportionslehre in Uebereinſtimmung bringen, andererſeits verhindern will, daß die Gattungen nicht unnöthiger Weiſe zu ſehr zerſplittert werden, was, wenn man immer in kleinen Miſchungsverſchiedenheiten ſchon einen hinreichenden Grund zur Trennung finden wollte, am Ende ſo weit gehen würde, daß man bei manchen nicht mehr im Stande wäre, einen beſtimmten Gattungscharakter zu faſſen.« Fuchs machte ſodann noch darauf aufmerkſam, daß Ammoniak ſo gut wie Kali in die Verbindung des Alauns eingehen kann, und ſagte: »das Ammonium kann hier die Stelle des Kalis ganz oder zum Theil vertreten, und umgekehrt.«

Es iſt nicht zu leugnen, daß Fuchs' Anſicht im Allgemeinen die Lehre von den ſtellvertretenden Beſtandtheilen recht klar andeutet, aber die

---

geboren. Er ſtudirte anfangs Medicin, ſpäter ausſchließlich Chemie und Mineralogie in Wien, Freiberg, Berlin und Paris. 1805 habilitirte er ſich als Privatdocent für dieſe Wiſſenſchaften an der Univerſität zu Landshut, wo er 1807 zum ordentlichen Profeſſor ernannt wurde. 1823 trat er nach München in die Akademie der Wiſſenſchaften ein; ſeine frühere Profeſſur übernahm er wieder, als 1826 die Landshuter Univerſität nach München verlegt wurde; 1835 wurde er zum Oberberg- und Salinenrath ernannt.

Lehre vom Iſomorphismus wurde dadurch nicht in's Leben gerufen. Um Beſtandtheile als iſomorph zu erkennen, gehört weſentlich die Erkennung ihrer gleichartigen atomiſtiſchen Zuſammenſetzung, und Fuchs nahm gerade an, ungleich conſtituirte Oxyde, wie Kalk und Eiſenoxyd, könnten ſich vertreten. Und überdies war der Nachweis an Einem Beiſpiele nicht genügend, für einen ſo wichtigen Gegenſtand volle Beweiskraft zu haben. Die Lehre von den vicariirenden Beſtandtheilen ging deßhalb auch nicht in die Wiſſenſchaft über; 1824 ſuchte Fuchs in einer Vorleſung „über den gegenſeitigen Einfluß der Chemie und Mineralogie“ nochmals die Aufmerkſamkeit auf dieſe Lehre zu richten, aber zu dieſer Zeit hatte bereits Mitſcherlich ſeine weit umfaſſendere Entdeckung des Iſomorphismus publicirt.

Einfluß der Entdeckung des Iſomorphismus.

Mitſcherlich zeigte 1820, daß viele Körper von analoger Atomconſtitution gleiche oder ähnliche Kryſtallform haben, daß ſolche Körper, iſomorphe, ſich in Verbindungen ganz oder theilweiſe vertreten und ſich in unbeſtimmten Proportionen mit einander verbinden können, ohne daß Aenderung der Kryſtallgeſtalt eintritt. Es war ſomit das Princip, welches Hauy als das hauptſächlichſte zur Unterſcheidung der Mineralien geltend zu machen geſucht hatte, geſtürzt, und die Folgen davon zeigten ſich ſogleich für die Mineralogie. In dieſer Wiſſenſchaft wurden ſogleich nach der Entdeckung des Iſomorphismus zahlreiche Belege für die Exiſtenz deſſelben gefunden, indem für mehrere Mineralſpecies die Möglichkeit einer ſehr wechſelnden Zuſammenſetzung nachgewieſen wurde, ohne daß damit der Charakter der Species ſich weſentlich ändert; die wechſelnde Zuſammenſetzung beruhete nämlich auf verſchiedenem Gehalt an iſomorphen Beſtandtheilen. In Berzelius' Laboratorium namentlich wurden in Bezug hierauf Unterſuchungen angeſtellt, welche die Wichtigkeit der Lehre von dem Iſomorphismus für die mineralogiſche Chemie außer allen Zweifel ſetzten. Gleich 1820 unterſuchten hier Nordenſkiöld, Graf Trolle-Wachtmeiſter und hauptſächlich H. Roſe verſchiedene Arten von Pyroxen und fanden, daß ſich hierin Kalk, Bittererde, Eiſenoxydul und Manganoxydul, die Mitſcherlich ſchon als iſomorphe Körper erkannt hatte, in den wechſelndſten Verhältniſſen vertreten können. Daſſelbe fand Bonsdorff für die Mineralien, welche von Hauy als Amphibol zuſammengefaßt worden waren, und bald darauf (1822) zeigte Bredberg für einzelne Granaten und 1823 Graf Trolle-Wachtmeiſter für eine noch größere Anzahl, daß darin ſich Kalk gegen Bittererde oder Eiſenoxydul oder Manganoxydul und Eiſenoxyd gegen Thon-

Einfluß der Entdeckung des Iſomorphismus.

erde in allen möglichen Verhältniſſen austauſchen kann, ohne daß der äußere Charakter des Minerals durch dieſen Austauſch iſomorpher Beſtandtheile an ſeiner Eigenthümlichkeit verliert; und ſo wurden bald noch viele einzelne Fälle bekannt, welche die Richtigkeit des Iſomorphismus außer allen Zweifel ſetzten.

Hauy und ſeine Anhänger ſuchten anfangs das Gegründetſein der Lehre vom Iſomorphismus ganz oder theilweiſe in Zweifel zu ziehen. Gleich im Jahre 1820 beſtritt Hauy die Richtigkeit mehrerer einzelnen Beobachtungen von Mitſcherlich, und ſuchte dadurch die Anſicht des Letzteren zu widerlegen; nach Beſeitigung dieſer Einwürfe nahm er ſeine Zuflucht zu der Möglichkeit, daß die an künſtlich dargeſtellten Kryſtallen erlangten Reſultate nicht anwendbar ſeien auf die Betrachtung der von der Natur hervorgebrachten Mineralien. Beudant beſtritt gleichfalls 1820 die Richtigkeit einzelner Beobachtungen Mitſcherlich's, beſtätigte indeß doch die meiſten derſelben; ſein Zeugniß war deßhalb nicht ohne Wichtigkeit, weil er zugleich erklärte, daß die an künſtlichen Verbindungen gewonnenen Reſultate auch auf die natürlich vorkommenden angewandt werden dürften und müßten, weil man gerade an den erſteren, die ſich nach Willkür darſtellen laſſen, die Beobachtungen vervielfältigen kann. Beudant erkannte an, daß die Kryſtallform allein als Kennzeichen der Identität oder Verſchiedenheit nicht mehr ausreicht, ſondern daß die chemiſche Zuſammenſetzung die Beſtimmung vervollſtändigen müſſe.

Die Entdeckung des Iſomorphismus war von großem Einfluſſe auf das rein chemiſche Syſtem, wie es Berzelius für das Mineralreich aufgeſtellt hatte. Der Iſomorphismus ſo vieler Baſen, die ſich ganz oder theilweiſe vertreten können, ohne daß der Charakter des Minerals dadurch geändert wird, machte die von ihm 1814 vorgeſchlagene Claſſification unzuläſſig, da in ihr die Mineralien nach ihren elektropoſitiven Beſtandtheilen, nach den Baſen, geordnet waren. Berzelius änderte daher 1824 ſein chemiſches Mineralſyſtem dahin ab, daß er nunmehr die Mineralien nach ihrem elektronegativen Elemente ordnete, weil für das letztere Subſtitution durch iſomorphe Subſtanzen ſich ſeltener zeigt. Dieſes Syſtem hatte vor dem früheren noch außerdem den Vorzug, daß ſich nach ihm die Mineralien auch mehr in Gruppen zertheilten, bei denen auch die äußeren Kennzeichen Aehnlichkeit zeigen, aber dennoch trugen noch viele Mineralogen Bedenken es anzunehmen, weil es ihnen unmöglich ſchien, ſich bei einer ſelbſtſtändig mineralogiſchen

Berzelius' zweites Mineralſyſtem.

Betrachtung der Foſſilien von der Beachtung der äußeren Eigenſchaften im Princip ganz loszuſagen.

Aufſtellung des rein naturhiſtoriſchen Syſtems.

Die äußeren Eigenſchaften hatten auch inzwiſchen weit mehr Bedeutung erlangt, ſie waren namentlich mit viel mehr Schärfe beſtimmt, als dies früher der Fall war, wo ihre Kenntniß ſich oft auf eine oberflächliche Anſchauung, manchmal auf inſtinktmäßige Erkennung des allgemeinen Habitus, beſchränkte. Die Kryſtallographie namentlich hatte durch Weiß[1]) und Mohs[2])

---

[1]) Chriſtian Samuel Weiß, geboren 1780, bildete ſich beſonders in Freiberg unter Werner für Mineralogie aus. Er habilitirte ſich in Leipzig 1803; bekannt wurde er bald durch die Theilnahme an der Ueberſetzung von Hauy's Mineralogie, welche Karſten (von 1804 an) herausgab, und ſeine Zuſätze zu dieſem Werk. 1809 publicirte er ſeine Dissertatio de indagando formarum crystallinarum charactere geometrico principali. Später wurde er Profeſſor der Mineralogie an der Berliner Univerſität; in den Denkſchriften der dortigen Akademie finden ſich ſeine ſeitdem erſchienenen Abhandlungen.

[2]) Friedrich Mohs war 1773 zu Gernrode am Harz, in Anhalt-Bernburg, geboren. Zum Handelsſtande beſtimmt, entſagte er dieſem aus Liebe zu den Wiſſenſchaften; er ſtudirte von 1796 an zu Göttingen Mathematik und Naturwiſſenſchaften und ſpäter unter Werner in Freiberg Mineralogie; hier bildete er ſich auch im praktiſchen Bergweſen aus. 1801 erhielt er eine Anſtellung als Steiger zu Neudorf in ſeinem Vaterlande, kehrte indeß ſchon 1802 wieder nach Freiberg zurück. In dieſem Jahre noch erhielt er eine Einladung von dem Banquier van der Null in Wien, einen beſchreibenden Katalog des Mineraliencabinets des letztern zu entwerfen; es wurde dieſer 1804 im Druck bekannt gemacht. Um ſeine, damals ſchwankende, Geſundheit wieder herzuſtellen, machte er eine größere Reiſe durch die mineralogiſch merkwürdigen Länder Deutſchlands, und beſuchte dann, 1804, die Bergakademie zu Schemnitz. Später hielt er ſich einige Zeit in Kärnthen auf, und bereiſte Ungarn und Siebenbürgen, Böhmen und Steiermark, bis er 1812 als Profeſſor der Mineralogie am Johanneum zu Grätz angeſtellt wurde. — 1818 wurde er an Werner's Stelle nach Freiberg berufen, wo er bis 1826 blieb. In dieſem Jahre erhielt er die Profeſſur der Mineralogie an der Wiener Univerſität; 1835 trat er als Bergrath der Leitung des öſterreichiſchen Bergbaues zu. Er ſtarb 1839, auf einer wiſſenſchaftlichen Reiſe begriffen, zu Agordo im Venetianiſchen. Von ſeinen Schriften heben wir hervor: »Verſuch einer Elementarmethode zur naturhiſtoriſchen Beſtimmung und Erkennung der Foſſilien« (1812); »die Charaktere der Klaſſen, Ordnungen, Geſchlechter und Arten, oder die Charakteriſtik des naturhiſtoriſchen Mineralſyſtems« (1820, 2. Auflage 1821); »Grundriß der Mineralogie« (1822 und 24); »Anfangsgründe der Naturgeſchichte des Mineralreichs« (1832, 2. Auflage 1836). Nach ſeinem Tode erſt (1842) wurden »leichtfaßliche Begriffe der Mineralogie und Geognoſie« herausgegeben.

Aufſtellung des rein naturhiſtoriſchen Syſtems.

wichtige Erweiterungen erfahren; durch Erſteren war die Betrachtung der Axen der Kryſtalle zuerſt in ihrer ganzen Wichtigkeit erkannt und nachgewieſen worden, und die Aufſtellung von beſtimmten Kryſtallſyſtemen ward dadurch möglich, zu welcher auch Mohs, von der Betrachtung der einfachen Formen ausgehend, gelangt war. Vereinfacht wurde das Studium der Kryſtallographie durch die Entdeckung, daß nur Geſtalten deſſelben Syſtems mit einander in Combination treten können, und durch den Nachweis, daß combinationsfähige Geſtalten beſtimmte und einfachen Geſetzen folgende Kryſtallreihen bilden; die Bezeichnung der verſchiedenen Kryſtallformen wurde erleichtert, die Größenverhältniſſe derſelben nach Wollaſton's Entdeckung des Reflexionsgoniometers genauer ermittelt. Auch die anderen äußeren Eigenſchaften der Mineralien wurden ſorgfältiger beſtimmt, und auf ihre genaue Kenntniß gründete Mohs, der ſie alle mit ſeltener Ausdauer ſtudirte, ſein rein naturhiſtoriſches Mineralſyſtem. Mohs betrachtete die chemiſchen Eigenſchaften eines Minerals, wie Berzelius die naturhiſtoriſchen (äußerlichen) anſah. Jeder fand in den von ihm hervorgehobenen Eigenſchaften das wahre und einzige Argument, die Mineralien wiſſenſchaftlich zu ordnen; jeder erkannte auch die anderen Eigenſchaften als bemerkenswerth an, und gab zu, daß ſie zu wiſſen für eine vollſtändige Kenntniß einer Subſtanz nöthig ſei. Jeder nützte der Mineralogie in hohem Grade; indem jeder ſich Eines Hülfsmittels zur Claſſification beraubte, mußte jeder das andere um ſo vollſtändiger kennen zu lernen ſtreben. Indem Berzelius die Kenntniß der äußeren Eigenſchaften für unweſentlich zur Claſſification der Mineralien anſah, brachte er die Kenntniß ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung auf einen hohen Grad der Vollkommenheit; indem Mohs auf die äußeren Kennzeichen (d.h. diejenigen, welche ſich, ohne das Mineral in ſeiner Eigenthümlichkeit zu verändern, beſtimmen laſſen) das alleinige Unterſcheidungs- und Syſtematiſirungsprincip gründete, mußte er dieſe ſchärfer beſtimmen, als dies früher je verſucht worden war. Mohs hat hierfür geleiſtet, was Einem Menſchen zu leiſten möglich iſt; er hat in der Aufſtellung ſeines nur auf die äußeren Eigenſchaften gegründeten Mineralſyſtems einen Beweis davon gegeben, in welcher Ausdehnung und mit welcher Genauigkeit er alle kryſtallographiſchen und phyſikaliſchen Eigenſchaften erforſcht hatte. Dies Verdienſt bleibt ihm für immer und muß mit Hochachtung anerkannt werden, mag man nun ſeine claſſificatoriſchen Anſichten theilen oder nicht. Und an den Chemikern iſt es, dies anzuerkennen, gerade wegen der Wichtigkeit der chemiſchen Zu-

Mohs' Syſtem der Mineralien.

ſammenſetzung für die Erkenntniß der Mineralien, ſofern es von der Zukunft erwartet werden kann, daß ein Zuſammenhang zwiſchen der chemiſchen Zuſammenſetzung und allen, namentlich den äußeren Kennzeichen nachgewieſen wird, und für die Kenntniß der letzteren Wenige ſo reiches und zuverläſſiges Material zuſammengeſchafft und geordnet haben, als Mohs. Und wenn auch dieſer Zuſammenhang in ſeiner ganzen Ausdehnung vielleicht erſt ſpät erkannt wird, ſo iſt doch jetzt gewiß ſchon die Ueberzeugung überall durchgedrungen, daß die alleinige Kenntniß der Zuſammenſetzung für die Mineralogie nicht genügt, ſo wenig, wie für irgend eine andere chemiſche Verbindung. Was das Syſtem von Mohs ſelbſt angeht, ſo hat es das Schickſal aller einſeitigen Syſteme, deren Aufſtellung nothwendig iſt, um in gewiſſen Richtungen Licht zu verbreiten, die aber dann Verſchmelzungen mit anderen erleiden müſſen, weil ſie ſie ſelbſt vorbereitet haben. Gewiß iſt indeß, daß Mohs in der vollkommenſten Ueberzeugung von der Naturgemäßheit ſeiner Anſichten der verbreiteten Annahme ſeines Syſtems mehr geſchadet als genützt hat durch eine am Kleinſten feſthaltende Conſequenz, welche, allmälige Einführung verſchmähend, plötzliche Reform, die er für nöthig hielt, ſich zum Zwecke ſetzte, eine Conſequenz, die ſich nicht nur in ſeiner Claſſification, ſondern auch hauptſächlich in ſeiner Nomenclatur ausſprach. Die letztere, verbunden damit, daß Mohs von einem Mineralogen Vieles verlangte, was er zum wiſſenſchaftlichen Studium der Mineralogie für nothwendig hielt, wo aber die Reſultate Anderen durch Zuhülfeziehung anderer Mittel leichter erreichbar ſchienen, — hat beſonders der Verbreitung ſeiner Anſichten ſich in den Weg geſtellt. Die Wiſſenſchaft zog daraus den Vortheil, daß ein offenes Feld den Verſuchen blieb, in Einem Syſteme Beachtung der chemiſchen Zuſammenſetzung und zugleich der äußeren Eigenthümlichkeit der Mineralien zuſammenzufaſſen. Mohs' Syſtem der Mineralien.

Dieſe Syſteme, in welchen die chemiſche Zuſammenſetzung als Urſache der äußeren Eigenſchaften angeſehen wird, ſcheinen am beſten die bisher entwickelten, ſich oft ſo ſchroff einander gegenüberſtehenden, Anſichten zu vermitteln. Wir nennen von ihnen hier nur einige. Beudant verſuchte ein ſolches 1824, indem er von der Betrachtung ausging, daß der negative Beſtandtheil auf den Charakter einer Verbindung, namentlich auf ihren äußeren Habitus, einen ſtärkeren Einfluß ausübt, als der poſitive, und daß ſich hierauf eine Claſſification gründen läßt, welche die chemiſch analog zu- Chemiſche Syſteme. Beudant's Syſtem.

7*

ſammengeſetzten Körper auch zugleich als äußerlich analoge zuſammenſtellt. — Gmelin's Syſtem. In demſelben Sinne ſuchte L. Gmelin [1]) 1825 eine Ausgleichung zu

[1]) Wenige Familien haben den Sinn für Naturforſchung, und namentlich für Chemie, in gleichem Grade erblich bewahrt und ſich in einer Reihe von Generationen darin ſo ausgezeichnet, wie die Gmelin'ſche. In Beziehung zur Chemie iſt zuerſt zu nennen Johann Georg Gmelin der ältere, geboren 1674, geſtorben als Apotheker zu Tübingen 1728; ein tüchtiger Chemiker, der ſich unter Urban Hiärne in Stockholm ausgebildet hatte, aber nichts Literariſches publicirte; nur ein Aufſatz über die Bereitung des eſſigſauren Queckſilbers (Sperma mercurii), den er hinterlaſſen hatte, wurde von ſeinem gleichnamigen Sohne ſpäter veröffentlicht. Seine drei Söhne waren für die Chemie thätig. Johann Conrad Gmelin, geboren 1707, war Arzt und Apotheker zu Tübingen; verſchiedene Aufſätze von ihm, die vorzüglich auf Verbeſſerungen in der Bereitung einzelner Arzneimittel gehen, enthält das Commercium litterarium ad rei medicae et scientiae naturalis incrementum institutum, eine in der erſten Hälfte des vorigen Jahrhunderts erſchienene Zeitſchrift. Johann Georg Gmelin der jüngere, geboren 1709, nahm 1727 eine Anſtellung in Petersburg an und machte ſich vorzüglich berühmt durch ſeine Reiſen in Sibirien (1738 bis 1745); chemiſche Bemerkungen legte er nieder in der Beſchreibung dieſer Reiſe, mehreren Aufſätzen in den Schriften der Petersburger Akademie und der Geſellſchaft deutſcher Naturforſcher und ſpäter in Diſſertationen. Er ſtarb als Profeſſor der Chemie und Botanik zu Tübingen 1755. Der dritte Bruder, Philipp Friedrich Gmelin, geboren 1722, folgte dem Vorhergehenden in ſeinen Profeſſuren zu Tübingen; er ſtarb 1768. — Ein Enkel von Johann Conrad Gmelin iſt Chriſtian Gottlob Gmelin, geboren 1792, ein Schüler Berzelius', Profeſſor der Chemie und Pharmacie zu Tübingen. Von ſeinen chemiſchen Schriften nennen wir hier vorzüglich ſeine »Einleitung in die Chemie« (1833 bis 1837). — Ein Sohn von Philipp Friedrich Gmelin war Johann Friedrich Gmelin, geboren 1748, Profeſſor der Chemie in Göttingen, geſtorben daſelbſt 1804. Er hat ſich um die Chemie als Wiſſenſchaft und in jeder Anwendung derſelben höchſt verdient gemacht; viele ſeiner Arbeiten ſtehen in den Commentationen der Göttinger Societät; von ſeinen anderen Schriften erwähne ich hier, mit Uebergehung der kleineren: »Einleitung in die Chemie« (1780), »Grundriß der allgemeinen Chemie« (1789), »Einleitung in die Pharmacie« (1781), »Grundriß der Pharmacie« (1792), »Grundſätze der techniſchen Chemie« (1786, 2. Auflage 1795), »Chemiſche Grundſätze der Gewerbkunde« (1795), »Chemiſche Grundſätze der Probir- und Schmelzkunſt« (1786). Seine »Geſchichte der Chemie« iſt ein Beweis ſeines Fleißes und ſeiner Gelehrſamkeit, dem die jetzige Literatur nichts Aehnliches an die Seite zu ſetzen hat, und durch welche alle ſpäteren Darſtellungen dieſes Gegenſtandes ungemein erleichtert wurden. — Ein Sohn dieſes iſt Leopold Gmelin, geboren zu Göttingen 1788. Er ſtudirte zu Göttingen und Tübingen; an der erſtern Univerſität promovirte er als Doktor der Medicin 1809. Nach wiederholtem Aufenthalt in Tübingen, bis 1811, bereiſ'te er Oeſtreich und Italien. 1813 wurde er

bewirken, indem er gleichfalls in jeder Verbindung einen der näheren Beſtandtheile als mehr formenden, den anderen als mehr geformten Stoff anſah, indem der erſtere dem letzteren beſtimmte, phyſikaliſche ſowohl als chemiſche, Charaktere aufdrücke. Die nichtmetalliſchen Subſtanzen betrachtete er im Allgemeinen als formende, die metalliſchen als geformte Stoffe. Da nun die Reihenfolge der Elemente, was die Intenſität ihrer formenden Kraft betrifft, nach Gmelin ungefähr die elektriſche von dem elektronegativſten Elemente nach dem elektropoſitivſten hin iſt (als die am meiſten formende Subſtanz betrachtete er den Sauerſtoff), ſo ſchien hier mit Recht ein Zuſammenfallen der chemiſchen Claſſification mit der nach den äußeren Merkmalen und damit die Naturgemäßheit des Syſtems dargethan zu ſein. Auch wurde dieſem Syſteme verdiente Anerkennung zu Theil, und in der von Gmelin eingeſchlagenen Bahn ging Naumann [1]) weiter und ſuchte mit noch mehr Erfolg ein Claſſificationsſyſtem durchzuführen, welches die Mineralkörper gleichzeitig nach der Analogie ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung und nach der Uebereinſtimmung ihrer äußeren Eigenſchaften ordne.

Gmelin's Syſtem.

Naumann's Syſtem.

Wir wollen die Reſultate des Zuſammenwirkens der Chemie und der Mineralogie, die Betrachtung des Einfluſſes, welchen beide Wiſſenſchaften auf einander ausübten, nicht weiter verfolgen. Ebenſo wenig iſt hier eine vollſtändigere Aufzählung der Chemiker zu geben, welche ſich in dieſem Jahrhundert beſonders durch die Ausführung von Mineralanalyſen verdient

---

Aſſiſtent bei Stromeyer in Göttingen; noch in demſelben Jahre habilitirte er ſich zu Heidelberg als Docent der Chemie; hier wurde er 1814 zum außerordentlichen Profeſſor ernannt. Den Winter 1814 auf 1815 brachte er zu Paris zu, wo er in Vauquelin's Laboratorium thätig war. Nach Klaproth's Tod an deſſen Stelle berufen, ſchlug er ſie aus, und verblieb zu Heidelberg als ordentlicher Profeſſor der Medicin und Chemie. Sein »Verſuch eines neuen chemiſchen Mineralſyſtems« erſchien 1825; ſein »Handbuch der Chemie« zuerſt 1817, jetzt in 4. Auflage ſeit 1843; ein »Lehrbuch der Chemie« 1844. Mit Tiedemann gemeinſchaftlich veröffentlichte er 1820 »Verſuche über die Wege, auf welchem Subſtanzen aus dem Magen in den Darmkanal gelangen,« 1826 u. 27: »die Verdauung nach Verſuchen«.

[1]) Carl Friedrich Naumann iſt geboren zu Dresden 1798; er ſtudirte zu Leipzig, und zu Freiberg unter Mohs, deſſen Nachfolger er daſelbſt wurde. Von ſeinen Schriften nennen wir hier: »Verſuch einer Geſteinslehre« (1824), »Lehrbuch der Mineralogie« (1828), »Lehrbuch der reinen und angewandten Kryſtallographie« (1836), »Anfangsgründe der Kryſtallographie« (1841).

gemacht und ausgezeichnet haben. Aus dem Vorhergehenden läßt ſich erkennen, wie die Chemie und die Mineralogie in ihre heutige Stellung zu einander getreten ſind, inwiefern der Einfluß der Chemie zur Annäherung an ein vollkommenes Claſſificationsſyſtem in der Mineralogie beigetragen hat. Haben gleich die bisherigen Verſuche noch nicht in jeder Beziehung dem Zwecke entſprochen, ſo geben ſie doch wenigſtens gegründete Hoffnung, daß wir dem Ziele einer genügenden Claſſification nahe ſtehen, und als dieſe muß ein Syſtem betrachtet werden, welches ungeändert ſowohl als ein rein chemiſches wie auch als ein rein naturhiſtoriſches aufgefaßt werden kann, welches beiderlei Geſichtspunkten vollkommen entſpricht. Ein ſolches Syſtem kann dann aufgeſtellt werden, wenn für chemiſche Verbindungen der bedingende Zuſammenhang zwiſchen der chemiſchen Zuſammenſetzung und den phyſikaliſchen Eigenſchaften vollſtändiger erkannt iſt.

Entwicklung der pharmaceutiſchen Chemie.

Von den älteſten Zeiten an ſtehen die Pharmacie und die Chemie in Zuſammenhang; in der Ausübung der erſteren wurden ſchon früh Kenntniſſe für die letztere gewonnen, und immer folgereicher wurde mit der Zeit die Verknüpfung zwiſchen beiden. Den Fortſchritten der reinen Chemie verdankt die Pharmacie die weſentlichſte Grundlage ihres heutigen Wiſſens, und umgekehrt findet die Chemie bei den Vertretern der Pharmacie vorzugsweiſe Beachtung und Pflege. Für die neueſte Zeit, wo ſich die pharmaceutiſche Chemie mit der rein wiſſenſchaftlichen Chemie ganz verſchmolzen hat, iſt hier keine abgeſonderte Beſprechung der erſteren nöthig; wohl aber wollen wir die Entwicklung der Pharmacie für diejenigen Zeiten etwas genauer betrachten, wo ihre Ausübung noch nicht den Beſitz chemiſcher Kenntniſſe in ſich ſchloß; und wir haben anzugeben, unter welchen Umſtänden ſpäter das für die Verbreitung und die Entwicklung unſerer Wiſſenſchaft ſo wichtige Reſultat hervorging, daß die Zahl der an derſelben Antheil Nehmenden durch die Baſirung der Pharmacie auf die Chemie einen ſo mächtigen Zuwachs erfuhr. Wir wollen hier betrachten, wie ſich die Pharmacie bei den Alten als eine beſondere Beſchäftigung entwickelte, wie die Bereitung chemiſcher Präparate in ihr ſich einführte, und wie, ſeit dem Zeitalter der phlogiſtiſchen Theorie, die pharmaceutiſche Chemie mit der rein wiſſenſchaftlichen immer mehr in Eins zuſammentritt. Einleitung.

Zuſtand der Pharmacie bei den Alten.

Entſtehung der Pharmacie.

Wenig ſichere Nachrichten ſind uns über den Urſprung und die erſte Entwicklung der pharmaceutiſchen Kenntniſſe zugekommen. Die Bereitung der Arzneimittel lag zuerſt den Aerzten ſelbſt ob; bei den Griechen und bei den Aegyptern ſcheint am früheſten eine arzneiliche Anwendung chemiſcher Präparate ſtattgefunden zu haben. Es beſchränkte ſich dieſe auf ihren Gebrauch zu äußerlichen Mitteln; frühe ſchon waren, nach dem Zeugniſſe der ſpäteren Römer, bei den ägyptiſchen Aerzten Natron, Alaun, Grünſpan und Bleiweiß zur Anfertigung von Salben und Pflaſtern angewandt. Bei den Griechen ſcheint etwa im vierten Jahrhundert v. Chr. die Bereitung der Arzneien, die Pharmacie, von der Beſtimmung der anzuwendenden Arzneien, der Medicin, getrennt worden zu ſein; chemiſche Präparate waren zu jener Zeit nicht oder nur ſehr wenig in dem Arzneiſchatze inbegriffen; die Zubereitung von Pflanzenſäften machte die vorzüglichſte Beſchäftigung der damaligen Pharmaceuten aus, die deßhalb auch ῥιζοτόμοι (Wurzelausſchneider oder Wurzelſammler) hießen. Ein ſolcher Rhizotome wurde auch wohl φαρμακοπώλης (Arzneiverkäufer) genannt; ſo nennt *Epicur* (um 320 v. Chr.) den *Ariſtoteles* einen Pharmacopoles, weil dieſer ſich in ſeiner Jugend mit dem Aufſuchen und Verkaufen von Arzneipflanzen beſchäftigt hatte.

Erſte Schriften über Arzneibereitung.

Bald auch wurden Schriften abgefaßt über die Zubereitung der Arzneimittel, von welchen indeß keine nähere Kenntniß zu uns gekommen iſt. *Herophilos* ſchrieb um 200 v. Chr. über dieſen Gegenſtand, ebenſo ſein Schüler *Heraclides* von Tarent. *Heras* aus Cappadocien hinterließ gleichfalls ein Werk über dieſen Gegenſtand, unter dem Titel νάρθηξ (die Salbenbüchſe). Keins dieſer Werke iſt bis auf unſere Zeit gekommen.

Als denjenigen Theil der hierhergehörigen Kenntniſſe, welcher zu jener Zeit am eifrigſten betrieben wurde, kann man wohl die Unterſuchung der Gifte betrachten. *Attalus Philometor*, der letzte pergameniſche König

(regierte 138 bis 133 v. Chr.) beſchäftigte ſich viel mit Giften und Gegengiften, und gab zur Ausbildung dieſes Zweiges der Wiſſenſchaft vielfachen Anſtoß. Bald nach ihm wandte der pontiſche König **Mithridates Eupator** demſelben Gegenſtande beſondere Aufmerkſamkeit zu (nach ihm iſt das allgemeine Gegengift, der Mithridat, benannt, in deſſen Zubereitung urſprünglich 54 verſchiedene Subſtanzen eingingen; die Vorſchrift dafür in den ſpäteren Dispenſatorien iſt nicht die urſprüngliche, ſondern rührt von **Damocrates**, einem Leibarzte **Nero's**, her).

Die genaueſten Nachrichten über die pharmaceutiſch-chemiſchen Kenntniſſe der Alten haben wir für die Zeit um die Mitte des erſten Jahrhunderts n. Chr. **Dioscorides'** und **Plinius'** Werke, namentlich die Schrift des Erſteren, welche über den Arzneiſchatz ausſchließlich handelt (vergl. I. Theil, Seite 33), bieten dafür zahlreiche Anhaltspunkte. Innerlich wurden von chemiſchen Verbindungen damals nur wenige angewandt, ſo das Chalcanthum (wahrſcheinlich ein gleichzeitig Kupfer und Eiſen enthaltender Vitriol) und der Eiſenroſt; hauptſächlich aber wurden vegetabiliſche Subſtanzen zur Zubereitung der Arzneien genommen, ſo Zucker, das Ricinusöl, viele Pflanzenſäfte u. a. Mehr chemiſche Präparate wurden zum äußerlichen Heilgebrauche verwandt; ſo das Zinkoxyd, die Bleiglätte, Arſenikpräparate, deren reizende und haarvertilgende Wirkung bekannt war, natürliches Schwefelantimon, Schwefelqueckſilber und einige andere Schwefelpräparate, kohlenſaures Alkali, das Salz, welches ſie Alumen nannten, u. a. Anwendung chemiſcher Präparate zum Arzneigebrauch.

Aus jenen Zeiten ſind die erſten genaueren Vorſchriften über Arzneibereitung, welche die zu nehmenden Mengen der Beſtandtheile berückſichtigen, auf uns gekommen. So findet man bei **Plinius** die zur Verfertigung des gewöhnlichſten Pflaſters anzuwendenden Gewichtsmengen Bleiglätte und Wachs und die hinzuzufügende Menge Oel in Maßen angegeben; ſo bei demſelben die Bereitung des Oxymels aus fünf Theilen Waſſer, zehn Theilen Honig und einem Theile Salz, und zugleich, um wieviel ſolche Miſchungen abgedampft werden ſollen.

Plinius machte den Aerzten ſeiner Zeit Vorwürfe, daß ſie ihre Arzneien nicht mehr ſelbſt bereiteten, ſondern ſie von den Seplasiariis kauften. Die Seplasiae waren weniger Apotheken in dem heutigen Sinne des Worts, als Anſtalten, wo pharmaceutiſche Präparate gemacht wurden, die dann von den ſelbſt dispenſirenden Aerzten bezogen wurden; die Seplasiarios beſchuldigte man vielfacher Verfälſchungen. Außerdem hießen die Arzneiverkäufer Entſtehung der Apotheken.

jener Zeit noch Pharmacopolae, auch Medicamentarii, ein Name, der bald eine üble Nebenbedeutung bekam, ſo daß im Codex Theodosianus (am Ende des 4. Jahrhunderts) darunter geradezu ein Giftmiſcher verſtanden wird (ähnlich wie damals Mathematicus ſchlechthin einen Zauberer bedeutete). Auch die Farbenhändler (Pigmentarii) trieben damals Handel mit Arzneien.

Anleitungen zur Arzneibereitung.

Die Verfertigung vieler einzelnen Arzneien lehrte Galenus; Andromachus aus Kreta, ein Leibarzt Nero's, erfand die Zubereitung des Theriaks, eines Muſters der damaligen Pharmacie, zu deſſen Verfertigung mehr als ſechzig der widerſprechendſten Subſtanzen zuſammengemiſcht wurden. Die älteſte vollſtändige Anleitung zur Arzneibereitung ſind die Compositiones medicae des Scribonius Largus (in der Mitte des 1. Jahrhunderts n. Chr.).

Der Antheil, welchen die Chemie an der Pharmacie während des ganzen Zeitraums, den wir unter der alten Geſchichte der Chemie begreifen, hatte, war nur gering. Bei weitem zum größeren Theil waren alle Arzneien nur Zuſammenſetzungen roher Naturſtoffe oder auf mechaniſchem Wege aus ihnen abſcheidbarer Körper; wenige Stoffe nur, die eine eigene chemiſche Zubereitung erforderten, wurden dazu genommen, und dieſe waren meiſt ſolche, welche auch ſonſt noch, namentlich zum techniſchen Gebrauche, dargeſtellt wurden. Eine vermehrte Anwendung der chemiſchen Hülfsmittel für die Pharmacie tritt uns erſt in dem folgenden Zeitalter entgegen.

Entwicklung der pharmaceutiſchen Chemie während des Zeitalters der Alchemie.

Pharmaceutiſche Einrichtungen der Araber.

Dasjenige Volk, bei welchem wir in dem Zeitalter der Alchemie zuerſt die pharmaceutiſche Chemie mehr entwickelt ſehen, ſind die Araber. Ihre pharmaceutiſchen Einrichtungen ſollen ihnen, nach der Angabe des Leo Africanus, von den Neſtorianern zugekommen ſein, einer chriſtlichen Secte, welche ſich im fünften Jahrhundert in Arabien niederließ. Dieſe hätten in ihren Niederlaſſungen die erſten öffentlichen Apotheken errichtet, und da mehrere von ihnen bei den arabiſchen Kalifen als Leibärzte Beſchäf-

Digitized by Google

tigung fanden, ſo wären die Araber auf dieſe Weiſe mit der Einrichtung der Apotheken bekannt geworden und hätten ähnliche Anſtalten angelegt. Unter dem Kalif Almanſur wurde, gegen das Ende des 8. Jahrhunderts, die erſte öffentliche Apotheke zu Bagdad errichtet.

Pharmaceutiſche Einrichtungen der Araber.

Um die Bereitung der Arzneien in dieſen Anſtalten zu regeln, erſchienen bald Anleitungen, welche die Stelle unſerer heutigen Pharmacopöen vertraten. Eine ſolche ſchrieb im 9. Jahrhundert Sabor-Ebn-Sahel, Lehrer an der Schule zu Dſchondiſabur; in gleicher Beziehung dienten die Schriften der im I. Theile, Seite 56 ff. genannten arabiſchen Aerzte, wie denn namentlich Avicenna im 5. Buche ſeines Canons Anleitung zur Arzneibereitung gab; ein anderes Lehrbuch der Pharmacie für die Aerzte ſeines Volks ſchrieb im 12. Jahrhundert Abul-Haſſan-Hebatollah-Ebn-Talmud, Leibarzt des Kalifen zu Bagdad.

Die Araber fügten nur wenige neue chemiſche Präparate dem Arzneiſchatze zu. Moſchus, Rhabarber, Bibergeil, Kampher, Zucker, Tamarinden, Asa foetida, Ingwer, Muscatnüſſe, Gewürznelken, Zittwerwurzel und ähnliche Subſtanzen bildeten hauptſächlich die Gegenſtände des Arzneiwaarenhandels. Die arabiſchen Aerzte des 10. bis 12. Jahrhunderts ließen dieſe Arzneiſtoffe in die Form von Syrupen und Latwergen bringen, und hierin und in der Anfertigung von Decocten der officinellen Pflanzen beſtand die hauptſächlichſte Beſchäftigung der Pharmaceuten jener Zeit. Der wichtigſte Dienſt, welchen die Araber der Pharmacie geleiſtet haben, beſtand in der Anwendung der Deſtillationsgeräthſchaften zur Verfertigung von Arzneien. Schon Avenzoar im 12. Jahrhundert verordnete häufig Roſenwaſſer, und der Gebrauch der deſtillirten Waſſer wurde bald immer ausgedehnter; eine genaue Beſchreibung der Deſtillation, behufs der Anfertigung von Arzneien, gab namentlich Alzaharavius um 1100.

Verbreitung der Pharmacie in Europa.

Mit den mediciniſchen Kenntniſſen der Araber trugen ſich auch ihre pharmaceutiſchen auf die Europäer über, zugleich auch die Einrichtung der Apotheken. In das ſüdliche Italien verpflanzte ſich am früheſten die Medicinalverfaſſung der Araber; die Gelehrten, welche unter den Europäern zuerſt die arabiſche Medicin vertraten, gehörten den mediciniſchen Schulen zu Salerno und zu Monte-Caſſino an. Conſtantin von Carthago, der in Bagdad ſelbſt ſich mit der Heilkunde der Araber vertraut gemacht hatte, errichtete im 11. Jahrhundert zu Salerno die erſten Apotheken im chriſtlichen Europa; in dem folgenden ſchrieb Nicolaus von Alexandrien, Vor-

Verbreitung der Pharmacie in Europa.

ſteher der ſalernitaniſchen Schule, ſein Antidotarium, die erſte europäiſche Pharmacopöe, welche auch unter anderen Titeln, als isagogicarum introductionum in artem apotecariatus opusculum, oder Dispensatorium ad aromatorios, ſehr verbreitet wurde. Die hier angewandten Medicamente, ebenſo wie die Art ihrer Zubereitung, ſind ganz die der Araber; auch bei den Aerzten des chriſtlichen Europa's fanden im 13. Jahrhundert die deſtillirten Waſſer vermehrte arzneiliche Anwendung, und die Deſtillation wurde ein nothwendiges Hülfsmittel der Pharmacie; als pharmaceutiſche Präparate empfahl mehrere zu jener Zeit namentlich der griechiſche Leibarzt Johannes Actuarius, in deſſen berühmter Schrift, die in der lateiniſchen Ueberſetzung als Methodus medendi bekannt wurde, einzelne Theile die Zubereitung der Arzneien ſpeciell lehrten und auch als beſonderes Werk, de compositione medicamentorum, verbreitet wurden.

Zu jener Zeit erhielt auch das Apothekerweſen eine geregeltere Form. Schon im 12. Jahrhundert hatte König Roger von Neapel in Bezug hierauf und nach dem Muſter der Araber geſetzliche Vorſchriften gegeben; genauere Beſtimmungen erließ 1233 Kaiſer Friedrich II. für ſeine Königreiche Neapel und Sicilien. Den Aerzten wurde zur Pflicht gemacht, es der Behörde anzuzeigen, wenn ſie in den Arbeiten der Apotheker (die als confectionarii bezeichnet ſind) eine Unrichtigkeit bemerken ſollten. Den Aerzten wurde das Dispenſiren von Arzneimitteln unterſagt, die Apotheker aber auf gewiſſenhafte Befolgung der geſetzlichen Vorſchriften für die Arzneibereitung verpflichtet (Confectionarii facient confectiones expensis suis, cum testimonio medicorum, juxta formam constitutionis, nec admittentur ad hoc, nisi praestito juramento, quod omnes confectiones suas secundum praedictam formam facient, sine fraude, wie das Geſetz ſagte). Es wurde hier weiter beſtimmt, die Bereitung der Arzneien ſolle unter Aufſicht beſonders dazu beſtimmter Aerzte geſchehen, und der Gewinn geregelt, den der Apotheker bei dem Verkaufe derſelben nehmen könne. Die Apotheker heißen hier auch noch stationarii, ohne daß indeß der Unterſchied in der Bedeutung dieſes Wortes und der des Wortes confectionarii ſich jetzt genügend angeben ließe. Die Apotheke ſelbſt wird als statio, auch als apotheca bezeichnet. Letzterer Name in Beziehung zur Ausübung der Pharmacie war im 13. Jahrhundert noch in anderen Ländern bereits im Gebrauch; 1271 unterſagte die mediciniſche Facultät zu Paris allen Apothecariis und Herbariis das innerliche Heilen, auch ſollten ſie ihre Arzneien nur an Aerzte

Digitized by Google

verkaufen, die ſie dann ſelbſt ausgaben; und auch in Deutſchland wird in jener Zeit der Name Apotheke mehrfach gebraucht. Verbreitung der Pharmacie in Europa.

Einige Unſicherheit über die Verbreitung der Apotheken bringt der Umſtand mit ſich, daß man damals mit dieſem Worte noch öfters den urſprünglichen Begriff (ἀποθήκη, Niederlage, Speicher, Magazin) verband, und nicht ausſchließlich den einer Anſtalt zur Arzneibereitung. Inſofern bleibt es ungewiß, ob die in dem 13. Jahrhundert in den Chroniken mehrerer Städte, z. B. von Trier, genannten Apotheken und Apotheker wirklich als die Anfangspunkte der deutſchen Pharmacie zu betrachten ſind; im 14. Jahrhundert liegt es mehr außer Zweifel, daß Apotheken im heutigen Sinne des Worts in mehreren deutſchen Städten beſtanden, ſo z. B. in Nürnberg und Prag; von der letzteren Stadt aus kam eine ſolche Anſtalt mit der Errichtung einer Univerſität 1409 nach Leipzig; eine Art Apothekerordnung wurde 1440 zu Baſel gegeben; in Augsburg 1445 die Betreibung einer Apotheke durch einen tüchtigen Geſellen der Wittwe des vorigen Beſitzers geſtattet; in Stuttgart 1458 einem Apotheker, deſſen Familie ſchon längere Zeit eine ſolche Anſtalt hatte, ſeine Rechte geſichert, und 1468 einem andern Apotheker Inſtruction und Taxe vorgeſchrieben; zu Halle wurde 1493 das erſte Apothekerprivilegium ertheilt, mit der Bedingung, daß der Inhaber zehn Jahre hindurch zu zwei Mahlzeiten in der Faſtenzeit für den Magiſtrat acht Pfund gutes Confect liefern ſolle. Ebenſo iſt für Copenhagen 1465, für Frankfurt a. M. 1478, für Stendal 1486, für Berlin 1488 die Exiſtenz von Apotheken conſtatirt. Auch die Rechte und Pflichten der Apotheker wurden bald überall geordnet; ſo mußten die Apotheker in Frankfurt a. M. 1500 eine beſondere Ordnung beſchwören; zu Augsburg wurde 1507 eine Apothekerordnung erlaſſen und darin die Reviſion derſelben von Zeit zu Zeit anempfohlen, auch 1512 allen Nichtapothekern der Handel mit Arzneien verboten; zu Hamburg wurde 1529 die Viſitation der Apotheken dem Stadtphyſikus übertragen. In Frankreich erhielten die Apotheker 1484 Geſetze, und ſie wurden als eine beſondere Corporation anerkannt; wiſſenſchaftliche Bildung, ſtrenge Prüfungen und öftere Unterſuchungen der Apotheken durch die Aerzte wurden darin vorgeſchrieben, dagegen aber auch den Apothekern bedeutende Privilegien zugeſichert, und ſie ſelbſt den Gelehrten gleich geſetzt.

So breiteten ſich dieſe pharmaceutiſchen Einrichtungen während des 15. Jahrhunderts raſch aus, ohne daß indeß mit ihrer größeren Verbreitung

Anwendung chemiſcher Präparate zum Arzneigebrauch.

eine entſprechende Entwicklung pharmaceutiſch-chemiſcher Kenntniſſe verbunden geweſen wäre. Die Verrichtungen des Apothekers beſtanden bis gegen das Ende des 15. Jahrhunderts nur in der mechaniſchen Zubereitung der Arzneien, welche meiſt aus Italien bezogen wurden. Die Arzneimittel ſelbſt waren meiſt die von den Arabern bereits gebrauchten; von neu hinzukommenden iſt der Weingeiſt hervorzuheben, den im 13. Jahrhundert beſonders der Cardinal Vitalis de Furno aus Baſel in ſeinem Liber selectiorum remediorum pro conservanda sanitate ad totius corporis humani morbos als ein allgemeines Heilmittel empfahl; ebenſo ein berühmter Arzt und Lehrer zu Bologna, Thaddäus von Florenz, der ſich außerdem um die Einführung der geiſtigen Waſſer in die Apotheken verdient gemacht hat. Auch Raymund Lull und Villanovanus beförderten die Anwendung des Weingeiſtes und anderer Deſtillationsproducte. Doch blieb die Pharmacie unausgebildet, und beſonders trug, neben der Anhänglichkeit an die Lehren der Früheren, dazu bei das Streben nach der Auffindung einer Univerſalmedicin. Dieſe Idee, welche an und für ſich vielleicht die pharmaceutiſchen Unterſuchungen hätte befördern können, hemmte ſie, weil ſie ſich ſogleich mit der Alchemie verband, und man als Univerſalmedicin das Mittel, unedle Metalle in Gold zu verwandeln, bezeichnete (vergl. in der ſpeciellen Geſchichte der Alchemie über die dem Steine der Weiſen zugeſchriebenen Eigenſchaften). So gab es damals keine wiſſenſchaftlichen Pharmaceuten, ſondern nur handwerksmäßige Apotheker oder Alchemiſten.

Anleitungen zur Arzneibereitung.

Als Handbuch der Apotheker iſt aus dem 13. Jahrhundert noch zu erwähnen ein Werk des Nicolaus Myrepſus, welches (urſprünglich griechiſch geſchrieben) in mehrfachen lateiniſchen Ueberſetzungen unter dem Titel Dispensatorium oder Medicamentorum opus oder Theatrum de recta medicamentorum praeparatione et usu, verbreitet war, und aus dem Anfange des 14. Jahrhunderts des Gentilis de Fulgineo (Lehrers der Arzneiwiſſenſchaft zu Padua, dann zu Perugia) de praeparatione medicinarum compendium. Neben dieſen Schriften ſtanden die der oben genannten Araber und früheren italieniſchen Gelehrten fortwährend in Anſehen. In der erſten Hälfte des 15. Jahrhunderts lebte Saladin von Aſculo, der in ſeinem Compendium aromatorium die Bereitung der Arzneien lehrte und auf ihre Verfälſchungen aufmerkſam machte. Eine geſetzliche Pharmacopöe erſchien zu Florenz ſchon 1498 unter dem Titel: Ricettario de dottori del arte e di medicina del Collegio Fiorentino all' instanzia de

signori consuli della universita. Als das erſte deutſche Apothekerbuch ſchrieb Ortolph von Baierland ſein »Arzneibuch« 1477.

Vermehrter Gebrauch der chemiſchen Präparate als Heilmittel.

Gegen die bis dahin unangefochten gebliebene Pharmacie des Galenus und der Araber lehnte ſich am Ende des 15. Jahrhunderts Baſilius Valentinus auf, welcher zuerſt auf die Einführung chemiſcher Präparate als Heilmittel in die Apotheken drang und zuerſt eigentliches chemiſches Wiſſen von den Apothekern forderte. Die chemiſchen Präparate, welche er zum innerlichen Heilgebrauche vorſchlug, waren faſt ſämmtliche Subſtanzen, als mit welchen bekannt wir ihn im I. Theile (S. 78) beſprachen. Die chemiſchen Kenntniſſe der Pharmaceuten und Mediciner ſeiner Zeit waren indeß noch zu unvollkommen, als daß jene Präparate ſogleich Aufnahme in den Arzneiſchatz gefunden hätten; die wirkſamſten der von ihm vorgeſchlagenen Heilmittel, die Spießglanz- und Queckſilberpräparate, wurden ſchlechthin als giftig verworfen, und die Aerzte der alten Schule ſchenkten ſeinen Anſichten keine Aufmerkſamkeit. Erſt durch Paracelſus, der die Anſichten des Baſilius Valentinus erweiterte und eindringlicher vortrug, wurde die Einführung der chemiſchen Präparate als Heilmittel durchgeſetzt.

Entwicklung der pharmaceutiſchen Chemie während des Zeitalters der mediciniſchen Chemie.

Einführung der chemiſchen Heilmittel in die Pharmacie.

Hinſichtlich der Erweiterungen, welche die pharmaceutiſche Chemie während des Zeitalters der mediciniſchen Chemie erfuhr, iſt vieles hierauf Bezügliche ſchon in dem I. Theile, bei der allgemeinen Geſchichte jenes Zeitalters, angeführt worden. Wir beſprachen dort bereits den Einfluß, welchen Paracelſus hinſichtlich der Einführung chemiſcher Präparate in den Arzneiſchatz ausgeübt hat; wir lernten dort die Angriffe kennen, welche gegen dieſe Neuerung geführt worden; es wurden dort die vorzüglichſten Vertheidiger der chemiſchen Heilmittel und ihre hauptſächlichſten Widerſacher genannt.

Wir gaben bei den bedeutendſten Vertretern der iatrochemiſchen Rich-

Digitized by Google

Einführung der chemiſchen Heilmittel in die Pharmacie.

tung an, welche Präparate ſie als Heilmittel einführten. Wir haben hier den Einfluß dieſer veränderten Richtung der Medicin für die Pharmacie noch etwas näher zu beſprechen.

Bei dem Umſtande, daß die Anwendung chemiſcher Präparate als Arzneien von den gelehrten Aerzten, von deren Anſicht vorzugsweiſe die Einrichtung der Apotheken abhing, verworfen wurde, gewann die Pharmacie in der erſten Hälfte des 16. Jahrhunderts kein anderes Anſehen, als ſie bisher gehabt hatte. Officinell waren damals faſt nur die ſchon länger bekannten Heilmittel, nach den Vorſchriften des Galenus oder der Araber gefertigt. Die Anhänger des Paracelſus bereiteten die chemiſchen Präparate ſelbſt, welche ſie als Arzneien verordneten. Unter ſolchen Verhältniſſen mußte ſich der Mißbrauch mit Geheimmitteln entwickeln, welcher beſonders in der letzten Hälfte des 16. und im 17. Jahrhundert auf die bedauerlichſte Weiſe ſtattfand; faſt jeder Arzt, der ſich in der erſten Zeit mit der Bereitung chemiſcher Heilmittel abgab, glaubte in einer neu entdeckten chemiſchen Verbindung eine Univerſalarznei zu finden. Später erſt, wo die Bereitung der Heilmittel wieder ganz den Apothekern überlaſſen wurde und auch die chemiſchen Präparate in den Pharmacopöen Aufnahme fanden, erwuchſen den Pharmaceuten aus der neuen Richtung der Medicin weſentliche Erweiterungen ihrer chemiſchen Kenntniſſe.

Die Pharmacopöen dieſes Zeitraums, welche vorzüglich geſchätzt waren und zum Theil geſetzliche Kraft hatten, weiſen dieſe allmälige Anerkennung der chemiſchen Arzneien am beſten nach.

Verbreitung der Apotheken.

Die Abfaſſung geſetzlicher Pharmacopöen wurde in dem 16. Jahrhundert hervorgerufen durch die zunehmende Anzahl der Apotheken. In Deutſchland wurde die Einrichtung der Apotheken immer mehr verbreitet; in Hannover wurde 1565, in Braunſchweig 1568, in Oldenburg 1598 die erſte öffentliche Apotheke errichtet. In Schweden entſtand um 1550 die erſte Apotheke zu Stockholm; ſchon gegen das Ende des 16. Jahrhunderts wurden von dem Czar Boris Godunow Apotheker nach Rußland berufen. — Ueberall wurden jetzt auch geſetzliche Beſtimmungen über die Pflichten und Rechte der Apotheker gegeben. Apothekerverordnungen und Taxen wurden erlaſſen für Sachſen 1567, für Liegnitz 1568, für Brandenburg 1574, für Hamburg 1587, und an vielen anderen Orten; wo ſchon früher dergleichen beſtanden hatten, wurden ſie erneuert. Aber mehr als die Feſtſtellung der äußeren Verhältniſſe der Pharmaceuten intereſſirt uns hier, was für die Förderung ihrer

chemiſchen Kenntniſſe von beſonderem Einfluſſe war, und es waren dies namentlich die Pharmacopöen.

Bei der immer größer werdenden Zahl der Apotheken wurde Gleichförmigkeit in der Darſtellung der Heilmittel dringendes Bedürfniß. Neben den von den Obrigkeiten anempfohlenen Pharmacopöen behielten aber auch ſtets die Schriften anderer ausgezeichneter Gelehrten ihr Anſehen. Wir wollen einige der bedeutenderen aus dem 16. Jahrhundert hier angeben. Anleitungen zur Arzneibereitung.

Nach den Grundſätzen der alten Schule und mit Verwerfung der chemiſchen Arzneien ſchrieb in Deutſchland Otto Brunfels (aus Mainz gebürtig, Arzt zu Bern, wo er 1534 ſtarb), dem auch die pharmaceutiſche Botanik Ausgezeichnetes verdankt, ſeinen »Spiegel der Arzney« (1532), ſein »Jatrium medicamentorum simplicium« (1533), ſeine »Reformation der Apotheken« (1536), und mehrere andere Werke, welche auf Arzneibereitung Bezug haben; der Ingolſtädter Profeſſor der Arzneikunde Leonhard Fuchs de componendorum miscendorumque medicamentorum ratione (1549), Valerius Cordus auf Verlangen des Raths der Stadt Nürnberg die erſte deutſche geſetzliche Pharmacopöe: Dispensatorium pharmacorum omnium (1535), in welches indeß doch einige, wenn auch nur wenige, chemiſche Präparate mit aufgenommen ſind; in Frankreich Jacob du Bois (auch Sylvius genannt, und nicht mit dem ſpäter lebenden Jatrochemiker dieſes Namens zu verwechſeln), Profeſſor zu Paris, de medicamentorum simplicium praeparatione, delectu, et mistionis modo (1542), und ſeine Methodus medicamenta componendi ex simplicibus (1541); Wilhelm Rondelet, Profeſſor und Kanzler zu Montpellier, de ponderibus, justa qualitate et proportione medicamentorum (1555), ferner ſeine Methodus de materia medicinali et compositione medicamentorum tam internorum, quam externorum (1556) und ſein Dispensatorium (1565); in Italien ſchrieb in gleicher Richtung der berühmte Anatom Gabriel Fallop zu Padua de compositione medicamentorum (1570). Ebenſo waren die chemiſchen Arzneien noch ausgeſchloſſen in den meiſten geſetzlichen Dispenſatorien des 16. Jahrhunderts, ſo in der Cölner Pharmacopöe (zuerſt 1565 gegeben), in der Augsburger (zuerſt 1573), in der Görlitzer Apothekerordnung (1600), in dem Antidotarium Bononiense (1574) und der Pharmacopoea Bergamensis (1580), in dem Pariſer Codex medicamentarius (welcher 1590 zuerſt gegeben worden war) noch in der Bearbeitung von 1615.

Anleitungen zur Arzneibereitung.

Im Gegentheil lehrten vorzugsweiſe die Bereitung der chemiſchen Heilmittel in Deutſchland Oswald Croll in ſeiner Basilica chymica (1608), Libavius in ſeiner Praxis alchymiae, hoc est, de artificiosa praeparatione praecipuorum medicamentorum chymicorum libri duo (1605), Adrian von Mynſicht in ſeinem Thesaurus et armamentarium medico-chymicum selectissimum, pharmacorum conficiendorum ratio propria laborum experientia confirmata (1631), in Frankreich Quercetanus in ſeinem Antidotaire spagyrique (1576), Turquet de Mayerne in ſeiner Pharmacopoea (gegen 1600); außerdem noch Angelus Sala, Glauber und die anderen Gelehrten, welche wir als Anhänger der Iatrochemie im I. Theile kennen lernten.

Im Anfange des 17. Jahrhunderts beginnen ſich die Vorſchriften zu verſchmelzen, die bis dahin entweder die Bereitung der Galeniſchen oder die der chemiſchen Heilmittel ausſchließlich gelehrt hatten. Die Apothekerbücher, welche in jener Zeit die gebrauchteſten waren, nahmen beide Arten von Arzneien mit einander auf; ſo das Dispensatorium medicum (1601) von G. Melich, einem Augsburger Apotheker, ſo die oft wieder aufgelegte Pharmacopoea medico-physica (1641) von dem Frankfurter Arzte J. Schröder. Auch in die geſetzlichen Pharmacopöen gingen nun dieſe Mittel in verſchiedenem Maße über. Wir können hier nicht auf eine vollſtändige Aufzählung der Pharmacopöen, welche zu jener Zeit erſchienen und auf die Bereitung der chemiſchen Präparate Rückſicht nahmen, eingehen, da ihre Zahl zu groß iſt; es geſchah aber dies namentlich ſchon in der Leydner Pharmacopöe von 1638 (welche 1628 zum erſten Male gegeben worden war), in der Amſterdamer von 1639, in der für Bordeaux von 1643, in der Frankfurter von 1656, in der Copenhagener von 1658, in der Londoner von 1650 (wo eine ſolche 1618 zuerſt gegeben worden war).

Auch bei der Viſitation der Apotheken nahm man nun Rückſicht auf die chemiſchen Arzneimittel; doch wurden damals noch zur Prüfung ſelten chemiſche Reagentien angewandt. Auf die Nothwendigkeit ſolcher Prüfungen machten im Anfange dieſes Zeitalters beſonders zwei italiäniſche Aerzte, Liſetti Benanci in ſeiner Declaratio fraudium et errorum apud pharmacopoeos commissorum (1553) und Antonio Lobetti in ſeinem Dialogo (1569), aufmerkſam, und veranlaßten die Obrigkeiten zu Florenz und Ferrara zur Erlaſſung eines Geſetzes, wonach die Apotheker nur im Beiſein beſonders dazu ernannter Aerzte ihre Arzneien anfertigen durften.

Digitized by Google

Eine Anleitung zur Apothekenviſitation gab 1607 Jeremias Cornarius in ſeiner Fori medici adumbratio, et ex parte quidem, quae officinarum visitationem assistentium atque ceterarum directionem maxime spectat in synopsi facta, und Thomas Bartholin ſchrieb 1672 und 1673 zwei Programme de visitatione pharmacopoearum. Ein geſetzlicher Ordo visitandi officinas wurde 1688 zu Nürnberg erlaſſen. Anleitungen zur Arzneiprüfung.

Die Folgen davon, daß die Apotheker ſich mit der Darſtellung chemiſcher Präparate zu beſchäftigen nun veranlaßt waren, zeigten ſich bald; in dem folgenden Zeitalter ſchon, von der Mitte des 17. Jahrhunderts an, gehen aus der Schule der Pharmacie Chemiker hervor, welche zu den ausgezeichnetſten Repräſentanten unſerer Wiſſenſchaft zu rechnen ſind.

Entwicklung der pharmaceutiſchen Chemie ſeit dem Zeitalter der phlogiſtiſchen Theorie.

Gleich im Anfange des neuen Zeitalters ſehen wir die Chemie würdig durch Pharmaceuten vertreten; die Verdienſte Kunkel's, Lemery's, St. F. Geoffroy's, Neumann's, Marggraf's, Scheele's, welche in der Ausübung der Pharmacie die erſte Anregung zum Studium der Chemie fanden, haben wir ſchon im I. Theile beſprochen. In gleicher Beziehung reihen ſich ihnen an in Frankreich Lefèvre, Glaſer, Boulduc, G. F. Rouelle, Cadet; unter den Lehrbüchern der pharmaceutiſchen Chemie, welche dort während dieſes Zeitalters herauskamen, heben wir noch hervor Malouin's [1]) Chimie médicale contenant la manière de préparer les remèdes les plus usités (zuerſt 1734 erſchienen); Baumé's [2]) Lehrbücher der pharmaceutiſchen Chemie.

---

[1]) Paul Jacob Malouin war 1701 zu Caen geboren; er widmete ſich der Medicin und ließ ſich als praktiſcher Arzt zu Paris nieder, wo er Leibarzt der Königin, königlicher Cenſor und Profeſſor der Pharmacie bei der mediciniſchen Facultät war. Er wurde Mitglied der Akademie in der Section für Chemie, hat übrigens für dieſe Wiſſenſchaft nur wenige und unbedeutende Originalarbeiten geliefert. Er ſtarb zu Verſailles 1778.

[2]) Antoine Baumé war zu Senlis 1728 geboren. Als Apotheker trat er zu Paris bei St. F. Geoffroy in die Lehre, und hier entwickelte ſich ſeine

Lehrbücher der pharmaceutiſchen Chemie.

ſo viel gebrauchte und oft wieder aufgelegte Elémens de pharmacie théorétique et pratique (zuerſt 1762 erſchienen), und Demachy's Manuel du Pharmacien (1788). In den Niederlanden hatte bereits 1684 Jacob le Mort (geboren zu Arnheim 1650, geſtorben als Profeſſor zu Leyden 1718) ſeine Pharmacia medico-physica rationibus et experimentis instructa herausgegeben, Barchuſen 1715 ſeine Synopsis pharmaciae. Mehr noch geſchah für das wiſſenſchaftliche Studium der pharmaceutiſchen Chemie in Deutſchland. Als Lehrbuch hierfür ſchrieb der gothaiſche Leibarzt Daniel Ludovici (aus Weimar gebürtig) ſchon 1671 ſeine Pharmacia moderno saeculo applicanda, eins der beſten und am meiſten gebrauchten Apothekerbücher der damaligen Zeit; G. W. Wedel ſchon 1677 ſeine Pharmacia in artis formam redacta und 1684 ſeine Pharmacia acromatica; J. H. Jüngken (geboren 1648 zu Kahlern in Heſſen, geſtorben 1726 als Arzt zu Frankfurt) ſein Corpus pharmaceutico-chemico-medicum 1697 und ſein Manuale pharmaceuticum 1698. Stahl, der die Wichtigkeit der Pharmacie als Arzt wie als Chemiker vorzüglich würdigen konnte, ſchrieb ſeine Fundamenta chemico-pharmaceutica generalia ac manuductio ad encheireses artis pharmaceuticae speciales (1721) und ſeine Fundamenta pharmaciae chemicae (1728); ihm folgte Joh. Friedr. Cartheuſer [1]), welcher 1736 ſeine Elementa chemiae medicae dogmatico-experimentalis und 1745 ſeine Pharmacologia theoretico-practica herausgab. Vorzüglichen Einfluß auf die chemiſche Bildung des

---

Neigung zum wiſſenſchaftlichen Studium der Chemie und Pharmacie. Er trat 1752 in das Collège de Pharmacie ein, an welchem er bald darauf zum Profeſſor der Chemie ernannt wurde; er verband mit dieſer Stellung den Beſitz einer Apotheke in Paris. Um ganz dem wiſſenſchaftlichen Studium leben zu können, gab er 1780 ſein Geſchäft auf; doch eröffnete er es ſpäter wieder, da ihm die Stürme der Revolution ſein Vermögen raubten. Nach der Errichtung des Nationalinſtituts wurde er, 1796, zum Mitglied deſſelben erwählt; er ſtarb zu Paris 1804.

[1]) Johann Friedrich Cartheuſer war geboren zu Hoya bei Stolberg 1704; er ſtarb als berühmter Profeſſor der Anatomie, Botanik und Chemie zu Frankfurt an der Oder 1769. Unterſuchungen von Pflanzenſäften bildeten das Hauptſächlichſte ſeiner Originalforſchungen. Sein Sohn Friedrich Auguſt Cartheuſer, Profeſſor der Arzneiwiſſenſchaft und Naturlehre zu Gießen, machte ſich um die mineralogiſche Chemie verdient durch Unterſuchungen über die chemiſchen Kennzeichen einzelner Mineralien, über ihre Anwendbarkeit als Flußmittel und Aehnliches.

Apothekerſtandes in Deutſchland übte aber C. G. Hagen's [1]) Lehrbuch der Apothekerkunſt (die erſte Auflage erſchien 1778), deſſen Wirkſamkeit in vielen Auflagen und Ueberſetzungen ſich bis in die Gegenwart erſtreckte.

Verſchmelzung der pharmaceutiſchen Chemie mie der wiſſenſchaftlichen Chemie.

Von welchem Erfolg eine wiſſenſchaftliche Behandlung der pharmaceutiſchen Chemie war, wie ſie in dieſen Schriften verſucht wurde, zeigte ſich bald in den zahlreichen und verdienſtvollen chemiſchen Arbeiten, welche unſere Wiſſenſchaft ſeit dem Anfange des 17. Jahrhunderts Mitgliedern des Apothekerſtandes verdankt. Noch mehr fand dies während des Zeitalters der quantitativen Unterſuchungen Statt. Unter den erſten Chemikern dieſes Zeitalters gingen Klaproth und Vauquelin aus der Schule der Pharmacie hervor; der Erſtere erwarb ſich um dieſe Wiſſenſchaft noch beſondere Verdienſte durch die (gemeinſchaftlich mit Formey) ausgeführte Bearbeitung der preußiſchen Pharmacopöe (1799), welche zuerſt in Deutſchland nach den Grundſätzen der antiphlogiſtiſchen Chemie bearbeitet war, und bei ihrer großen Verbreitung weſentlich die Bekanntwerdung der antiphlogiſtiſchen Lehren und der neueren Nomenclatur beförderte. Ausgezeichnete Chemiker widmeten ſich der Abfaſſung pharmaceutiſcher Lehrbücher; aus der Zeit, welche hier noch zu betrachten iſt, erwähnen wir unter den Deutſchen Göttling's (deſſen »Einleitung in die pharmaceutiſche Chemie« 1778, und deſſen »Handbuch der Pharmacie« 1800 erſchien), Hermbſtädt's (»Katechismus der Apothekerkunſt« 1792, »Grundriß der theoretiſchen und experimentellen Chemie,« zuerſt 1792), Trommsdorff's [2])

---

[1]) Carl Gottfried Hagen, geboren zu Königsberg in Preußen 1749, ſtarb daſelbſt als Apotheker, Medicinalrath und Profeſſor der Phyſik und Chemie 1829. Außer dem obengenannten Werke ſchrieb er noch »Grundriß der Experimentalchemie« (zuerſt 1786, 3. Auflage unter dem Titel »Grundſätze der Chemie durch Verſuche erläutert« 1796).

[2]) Johann Bartholomäus Trommsdorff wurde 1770 zu Erfurt geboren, wo ſein Vater Profeſſor der Medicin an der dortigen Univerſität und Apothekenbeſitzer war. J. B. Tr. zeigte ſchon während ſeiner pharmaceutiſchen Lehrjahre reges Intereſſe an der Wiſſenſchaft; noch als Gehülfe trat er als Schriftſteller mit großem Erfolge auf. Er übernahm 1792, nach dem Tode ſeines Vaters, deſſen Apotheke; drei Jahre ſpäter wurde er als Profeſſor der Phyſik und Chemie an der Univerſität zu Erfurt angeſtellt. 1823 wurde er Director der dortigen Akademie gemeinnütziger Wiſſenſchaften. Er ſtarb 1837. Vieles hat Trommsdorff für die wiſſenſchaftliche Betreibung der Pharmacie geleiſtet durch ſein pharmaceutiſches Inſtitut, welches, 1795 gegründet, 33 Jahre beſtand, und aus dem viele der tüchtigſten Apotheker und Lehrer der

Verſchmelzung der pharmaceutiſchen Chemie mit der wiſſenſchaftlichen Chemie.

(»Syſtematiſches Handbuch der Pharmacie« zuerſt 1792, »Lehrbuch der pharmaceutiſchen Experimentalchemie« 1796), Weſtrumb's[1]) (»Handbuch der Apothekerkunſt« zuerſt 1795—98) und Buchholz's[2]) (»Grundriß der Pharmacie« zuerſt 1802).

Neben dieſen Lehrbüchern war noch von beſonderm Einfluſſe auf die Verbreitung chemiſcher Kenntniſſe unter den Apothekern die Errichtung pharmaceutiſcher Lehranſtalten gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts und die Gründung pharmaceutiſcher Vereine, welche beſonders in unſerm Jahrhundert ſtattgefunden hat. Wir können auf eine nähere Beſprechung dieſer Inſtitute hier nicht eingehen, ſo wenig als auf eine genauere Dar-

---

Chemie und Pharmacie hervorgingen; Vieles für die Naturwiſſenſchaften überhaupt durch ſeine zahlreichen Schriften, von welchen wir hier nur die wichtigſten aufzählen wollen. Von ſeinem »Syſtematiſchen Lehrbuch der Pharmacie« erſchienen von 1792 bis 1837 vier Auflagen, von ſeinem »Lehrbuch der pharmaceutiſchen Experimentalchemie« 1796 die erſte, 1811 die dritte Auflage. Sein »Handbuch der pharmaceutiſchen Waarenkunde« erſchien zuerſt 1799 (dritte Auflage 1822), ſein »Syſtematiſches Handbuch der Chemie oder die Chemie im Felde der Erfahrung« von 1805 bis 1807 in 8 Bänden, »die Apothekerkunſt in ihrem ganzen Umfange, oder allgemeines pharmaceutiſch-chemiſches Wörterbuch« 1806 bis 1822 in 4 Bänden. Für die wiſſenſchaftliche Journaliſtik war Tr. thätig durch die Redaction ſeines »Journals der Pharmacie«, von 1794 bis 1834; den »Almanach für Scheidekünſtler« gab er 1820 bis 1829 heraus.

1) Johann Friedrich Weſtrumb, geboren 1750, ſtarb als Apotheker und Bergcommiſſär zu Hameln 1819. Seine »phyſikaliſch-chemiſchen Abhandlungen« erſchienen von 1785 bis 1800 in 6 Bänden, außerdem noch mehrere kleinere Schriften, wie »Bemerkungen und Vorſchläge für Bleicher« (1800), »Bemerkungen und Vorſchläge für Branntweinbrenner« (1803) u. a.

2) Chriſtian Friedrich Buchholz war in Eisleben 1770 geboren. Er widmete ſich der Pharmacie und ließ ſich 1794 als Apotheker in Erfurt nieder. Von dieſer Zeit an war er vorzüglich für die Pharmacie und Chemie thätig, und viele Unterſuchungen ſtellte er bis zum Jahre 1814 an, wo ſein Geſundheitszuſtand ihm gleich kräftige Fortführung derſelben nicht mehr geſtattete. Abnahme des Geſichtsſinnes, die ſich ſpäter bis zu faſt völliger Blindheit ſteigerte, ließ ihn an der Fortbildung der Wiſſenſchaft nur inſofern noch Antheil nehmen, als er jüngeren Chemikern, die ſich bei ihm aufhielten, mit ſeiner Erfahrung und ſeinem Rathe beiſtand. Er ſtarb 1818 Von ihm erſchienen, außer dem obengenannten Werke, »Beiträge zur Erweiterung und Berichtigung der Chemie« (1799 bis 1802) und verſchiedene kleinere Schriften. Die »Redaction des Almanachs für Scheidekünſtler« führte er von 1802 bis 1814; auch an der Herausgabe mehrerer anderen chemiſchen Zeitſchriften, wie des »neuen allgemeinen Journals für Chemie« und des »Journals für Chemie und Phyſik« (beide von Gehlen redigirt) nahm er thätigen Antheil.

Verſchmelzung der pharmaceutiſchen Chemie mit der wiſſenſchaftlichen Chemie.

ſtellung der Leiſtungen der pharmaceutiſchen Chemie in der Gegenwart, oder auf eine Schilderung der Gelehrten, welche in unſeren Tagen vorzugsweiſe zu einem gründlichen Studium derſelben beigetragen haben. Die Specialitäten in dieſer Beziehung übergehend, heben wir nur die Folgen ſolcher Beſtrebungen hervor. Immer mehr entfernte ſich, ſeit dem Ende des vorigen Jahrhunderts, die pharmaceutiſche Chemie von der Richtung, die ſie noch im Anfange deſſelben befolgt hatte, wo ſie von den Forſchungen der rein wiſſenſchaftlichen Chemie nur die Reſultate entlehnte, welche mit der Anfertigung von Arzneien im nächſten Zuſammenhang ſtehen. Immer mehr verknüpfte ſich die pharmaceutiſche Chemie mit der rein wiſſenſchaftlichen; die Lehrbücher für die erſtere, die früher nur Sammlungen empiriſcher Vorſchriften geweſen waren, nahmen den Charakter gediegen wiſſenſchaftlicher Werke an, und die zunächſt für Pharmacie gegründeten Zeitſchriften wurden zu wichtigen Sammlungen von Arbeiten für die reine Chemie. Und ſo eng hat ſich die Pharmacie mit der Chemie jetzt verſchmolzen, daß der Standpunkt der erſteren in einem Lande nicht mit Unrecht als der Maßſtab der Verbreitung rein chemiſcher Kenntniſſe betrachtet wird, daß jeder Fortſchritt der Pharmacie zugleich als ein Fortſchritt der rein wiſſenſchaftlichen Chemie gilt, daß jeder Verſuch zur Hebung der Pharmacie zugleich die Beförderung der chemiſchen Wiſſenſchaft in ſich ſchließt.

Entwicklung der angewandten Chemie.

Einleitung.

Von den einzelnen Zweigen der Chemie, deren Geſchichte hier eine abgeſonderte Darſtellung verlangt, bleibt uns noch die angewandte Chemie übrig; wir haben noch Einiges darüber anzugeben, wie ſich die Anwendung unſerer Wiſſenſchaft auf die verſchiedenen Künſte und Gewerbe entwickelte. Aus einem allgemeineren Geſichtspunkte laſſen ſich indeß die Fortſchritte der angewandten Chemie nicht wohl betrachten; ihre einzelnen Theile, die Metallurgie, die Färberei, die Töpferkunſt, die Glasbereitung, die fabrikmäßige Gewinnung einzelner chemiſcher Präparate, die Branntweinbrennerei, die Anwendung der Chemie auf die Agricultur u. ſ. w., ſtehen unter einander in zu geringem Zuſammenhange, als daß man alles hierher Gehörige zu Einem Ganzen zuſammenſtellen könnte. Ereigniſſe, welche für einzelne dieſer Theile neue Perioden beginnen laſſen, ſind für die anderen ohne alle Bedeutung. Bei der Verſchiedenartigkeit des Stoffes, welcher in der Geſchichte der angewandten Chemie zu betrachten iſt, kann eine Eintheilung des ganzen zu überſehenden Zeitraumes keine aus der Sache ſelbſt entlehnte, ſondern nur eine künſtliche ſein. Wir könnten die Fortſchritte der angewandten Chemie von Jahrhundert zu Jahrhundert verfolgen; wir ziehen es vor, die Eintheilung, welche ſich für die Entwicklung der wiſſenſchaftlichen Chemie im Allgemeinen als die natürlichſte bewies, auch hier zu Grunde zu legen und anzugeben, wie mit jedem Fortſchritt in der Richtung der wiſſenſchaftlichen Chemie auch ihre Anwendung auf die Künſte und Gewerbe ſich vervollkommnete. Begnügen müſſen wir uns hier, über die Ausdehnung einer ſolchen Anwendung der Chemie für die verſchiedenen Zeitalter im Allgemeinen zu berichten, und die Specialitäten, deren Anführung dieſe des Verſchiedenartigen ohnehin genug enthaltende Ueberſicht noch mehr zerreißen würde, bis zu der Geſchichte der einzelnen betreffenden Stoffe verſparen.

Techniſch-chemiſche Kenntniſſe der Alten.

Alles, was von der angewandten Chemie bis zu dem Anfange unſerer Zeitrechnung empiriſch erkannt war, möchten folgende Angaben umfaſſen.

Metallurgie.

Der Urſprung der metallurgiſchen Kenntniſſe verliert ſich in das höchſte Alterthum; jede Nation ſchreibt die Entdeckung der Metalle oder der Kunſt, ſie weiter zu bearbeiten, mythiſchen Perſonen zu; ſo die Griechen die erſte Behandlung des Eiſens dem Prometheus und den Cyclopen, die Entdeckung des Goldes dem Cadmus u. ſ. w.; die Iſraeliten die erſte Kenntniß der Bearbeitung von Metallen dem Tubalkain; die Phönicier und Aegypter nach Sanchuniathon und Diodor die Kunſt, Metalle überhaupt aus den Erzen zu gewinnen, ihren älteſten Heroen und Königen. Ueber die angewandten Verfahrungsweiſen bei der Ausziehung der Metalle aus den Erzen haben wir keine Nachricht; der Eiſenſchmelzöfen erwähnt ſchon Moſes.

Zur Zeit des römiſchen Weltreiches wurden metallurgiſche Arbeiten in großem Maßſtabe ausgeführt; allein die Schriftſteller jener Zeit theilen nichts mit über die dabei vorkommenden chemiſchen Operationen. Plinius, Diodor, Strabo lehren uns nichts kennen über die Zuſätze, welche man bei dem Schmelzen der Erze machte; nur über die mechaniſche Zubereitung geben ſie Aufſchluß; ſie beſtand damals ſchon im Pochen, Waſchen, Mahlen des Erzes. Ueber die faſt einzige chemiſch-metallurgiſche Operation, die wir aus jener Zeit kennen, das Feinbrennen des Goldes und Silbers, haben wir ſchon oben in der Geſchichte der analytiſchen Chemie geſprochen. Außerdem iſt die Gewinnung des Queckſilbers aus Zinnober durch Erhitzen mit Eiſen hier noch hervorzuheben. Bergbau auf Silber und Gold wurde beſonders in Spanien betrieben, auf Blei in Spanien und Gallien, auf Zinn in England; wegen ſeines Reichthums an Eiſenerz war Elba berühmt.

Färbekunſt.

Die Färbekunſt iſt von gleich hohem Alter. In den Denkmälern der Aegypter aus den entfernteſten Zeiten finden ſich in verſchiedenen Farben gefärbte Zeuge von Leinen und Baumwolle; Moſes erwähnt häufig gefärb-

Färbekunſt. ter Stoffe, und zwar auch derſelben Farben in verſchiedenen Schattirungen. Die Kunſtfertigkeit der Phönicier in der Purpurfärberei iſt bekannt; auch ſteht feſt, daß ſie durch (gefaulten) Urin oder anderes Salz (Natron) die Farben künſtlich zu ſchattiren wußten. Die Aegypter ſcheinen damit bekannt geweſen zu ſein, daß gewiſſe Solutionen mit Farbeſtoffen andere, dauerhafte, Farben geben; ſie ſcheinen bereits verſchiedene Farben auf demſelben Zeuge hervorgebracht zu haben, indem ſie zuerſt einzelne Stellen mit einer Beize beſtrichen und dann das Ganze in Farbe tauchten. Vielleicht auch, daß der Proceß der doppelten Färbung, deſſen die iſraelitiſchen, griechiſchen und römiſchen Schriftſteller erwähnen, nicht zweimaliges Eintauchen in Farbebrühe, ſondern Eintauchen in Beize und dann in Farbebrühe bedeutet. — Die Griechen kannten nur wenige Farbeſtoffe, und weiß, ſchwarz, gelb und roth waren nach Plinius die von ihren Malern hauptſächlich gebrauchten Farben. Unter den Römern mehrte ſich die Zahl der letzteren bedeutend. Als weißer Farbe bediente man ſich der Kreide und des Bleiweißes, als ſchwarzer des Kienrußes; durch Miſchung des letzteren mit Eiſenoxyd oder Braunſtein erhielt man die dunkleren Schattirungen von braun. Als einer koſtbaren rothen Farbe auf Zeuge bediente man ſich noch zu Plinius' Zeiten des Safts der Purpurſchnecke, ſonſt auch des Krapps. Zu Malereien fanden außerdem rother Ocher, Zinnober und Mennige Anwendung. Gelb malte man mit gelbem Ocher, dem man mit Kreide oder Mennige andere Schattirungen zu geben wußte. Blau mit Indigo oder fein gemahlenem Glaſe, welches man mit Kupfer gefärbt hatte; die blaue Farbe an antiken Malereien iſt auch mitunter durch kobalthaltiges feingemahlenes Glas hervorgebracht. Die grüne Farbe malte man mit Kupferverbindungen, namentlich mit natürlichem kohlenſauren Kupfer und Grünſpan.

Töpferkunſt. In die älteſten Zeiten ſteigt auch die Erfindung der Töpferkunſt hinauf; die erſte Verfertigung gebrannter Steine und Töpferwaare wird nicht einmal durch eine Sage angedeutet.

Die Aegypter bereits wußten die Bauſteine zu glaſiren und feinere Töpferarbeit mit Email farbig zu malen. In Europa zeichneten ſich in früher Zeit die Etrusker durch Kunſtfertigkeit und verſchiedene Farben ihrer Töpferarbeit aus; zu Plinius' Zeiten waren beſonders die Städte Tralles in Lydien, Erythrea in Jonien, Adria in Oberitalien, Rhegium und Cumä in Unteritalien ihrer kunſtvollen Töpferwaaren wegen berühmt. Die

Römer kannten keine dem Porzellan entſprechende Thonwaare (vergl. vasa murrhina); wohl aber war die Porzellanfabrikation längſt ſchon den Chineſen bekannt, und auch in den ägyptiſchen Bauwerken ſind einzelne dem Porzellan nahe kommende Gefäße aufgefunden worden.

Die Glasbereitung ſcheint eine Erfindung der Aegypter zu ſein, wenn ſie gleich ſchon im Alterthum den Phöniciern allgemein beigelegt wurde. Allen hiſtoriſchen Nachrichten zufolge iſt die Zeit der Entſtehung jener ägyptiſchen Bauwerke, in welchen viele Gefäße von reinem und gefärbtem Glaſe gefunden wurden, älter als die Periode, in der vorzugsweiſe die Phönicier mit der Glasbereitung ſich beſchäftigten; die letzteren ſcheinen vielmehr anfangs nur den Verkauf des ägyptiſchen Glaſes beſorgt zu haben, wegen deſſen Bereitung Theben berühmt war. Unter den Griechen erwähnt Ariſtophanes (im 5. Jahrhundert v. Chr.) des Glaſes zuerſt. — Zu Plinius' Zeit begann man in Spanien und Frankreich Glashütten anzulegen; er giebt die Beſtandtheile und die Art des Formens durch Blaſen genau an; auch erwähnt er der verſchiedenen Färbung des Glaſes. Glasbereitung.

Nur wenige chemiſche Präparate wurden von den Alten fabrikmäßig dargeſtellt. Bei den Aegyptern bereits wurde die Soda im Großen gewonnen, ſie gebrauchten ſie zum Einbalſamiren; von iſraelitiſchen Schriftſtellern wird ihrer Anwendung zum Waſchen erwähnt. Zu Plinius' Zeiten bereitete man Pottaſche durch Auslaugen von Holzaſche. Derſelbe Schriftſteller erwähnt zuerſt der Seife, als einer Erfindung der Gallier, und daß ſie aus Fett und Aſche bereitet werde. — Sonſt fabricirte man noch Bleiweiß, Bleiglätte und Mennige, Grünſpan und Vitriol, der ſchwefelſaures Kupfer und Eiſen gemiſcht enthalten zu haben ſcheint. Den Zucker gewann man in Indien nur in kleinen Mengen und zum Arzneigebrauche. — Die Stärke wurde beſonders von den Griechen dargeſtellt, durch Auswaſchen aus Weizenmehl. Darſtellung chemiſcher Präparate.

Hinſichtlich der techniſchen Proceſſe, welche auf der Gährung beruhen, war den Alten die Säuerung des Brotes, die Wein- und Eſſiggährung bekannt (vergl. Gährung im IV. Theile). Die erſtere kannten ſchon die älteſten Iſraeliten; bei Moſes wird ungeſäuertes Brot von geſäuertem unterſchieden. — Die Entdeckung der Gährung des Moſtes wird von den verſchiedenen Völkerſchaften für eine auch für ſie weit entfernte Zeit angegeben; die Griechen legen ſie dem Bacchus, die Iſraeliten dem Noah bei. Zur Zeit der Römer wußte man den Wein auf ſehr Kenntniß der auf der Gährung beruhenden Proceſſe.

Kenntniß der auf der Gährung beruhenden Proceſſe.

verſchiedene Art zu behandeln, indem man ſeine Gährung durch Anwendung niedriger Temperatur verlangſamte oder den Moſt vorher einkochte u. ſ. w. Aus Gerſte bereiteten ſchon die Aegypter, ſpäter die Germanen und Gallier das Bier. Auch den Honig, mit Waſſer verdünnt, wußte man zu Plinius' Zeit in Gährung zu bringen. — Des Eſſigs wird ſchon in den Büchern des alten Teſtaments Erwähnung gethan.

Agricultur.

Die Verbeſſerung der Aecker durch Dünger beſchäftigte die Alten viel; ihre Schriftſteller über den Ackerbau bemühen ſich, die verſchiedenen Miſtarten ihrer Wirkſamkeit nach zu claſſificiren. Auch ſuchte man damals ſchon die verſchiedenen Bodenarten durch Vermiſchen mit anderen zu verbeſſern.

Dieſes iſt die Entwicklung der techniſch-chemiſchen Kenntniſſe bis zur Zeit des Anfangs unſerer Zeitrechnung. Die nächſten Jahrhunderte bringen auch für dieſen Zweig unſerer Wiſſenſchaft keine Erweiterung; während des zunächſt folgenden Zeitalters der Alchemie erſt breitet ſich die Anwendung der Chemie auf die Technik weiter aus.

Entwicklung der angewandten Chemie während des Zeitalters der Alchemie.

Metallurgie.

In der Fortſetzung des Bergbaues in den Ländern, wo ſchon bei den Alten die Erze genutzt worden waren, in dem Aufblühen deſſelben in Gegenden, wo ſich früher keine Spur davon findet, zeigt ſich im Zeitalter der Alchemie das Fortbeſtehen und die Verbreitung metallurgiſch-chemiſcher Kenntniſſe. In Spanien beuteten die Araber eifrig die ſchon früher eröffneten Bergwerke aus; in dem ſüdlichen Frankreich wurde, Urkunden aus dem Anfange des 13. Jahrhunderts zufolge, in dieſer Zeit bereits Bergbau getrieben, und ſchon früher in Tyrol und Steyermark; in die Mitte des 11. Jahrhunderts gehen die zuverläſſigen Nachrichten zurück, welche man über die Exiſtenz von Bergwerken in Naſſau hat, und damals bereits waren die ſchleſiſchen Hüttenwerke im beſten Gange. Während des 12. Jahrhunderts beſchäftigte man ſich in Böhmen und viel früher ſchon am

Digitized by Google

Harz eifrig mit Bergbau. Im 13. und 14. Jahrhundert wurden in den meiſten dieſer Gegenden für die Förderung und Bearbeitung der Erze rechtliche Beſtimmungen eingeführt. Gegen das Ende des 15. Jahrhunderts entdeckte man die Queckſilberbergwerke zu Idria. In England ſtanden die Zinnwerke fortwährend in Flor.

Färbekunſt.

Für die Färberei iſt aus dieſem Zeitalter wichtig die Verbreitung des Gebrauchs der Kermesfarbe durch die Araber an die Europäer und die Benutzung des Orſeillefarbeſtoffes um 1300. Die Entdeckung von Amerika ließ den Indigo in Europa verbreitet werden, und verdrängte den Anbau und die Benutzung des Waids.

Töpferkunſt.

In der Töpferkunſt wurde die Benutzung der Glaſur aus Blei und Zinn allgemeiner; ein Alchemiſt, Petrus Bonus von Ferrara, und Albertus Magnus erwähnen ihrer zuerſt, aber als einer den Töpfern bekannten Sache, in dem Anfange des 13. Jahrhunderts.

Glasbereitung.

Die Kunſt der Glasbereitung war gleichfalls im Zunehmen, namentlich zeichnete ſich jene Zeit in der Kenntniß der Mittel aus, Farben in Glas einzubrennen; die älteſten Gemälde der Art ſind die in der Abtei zu St. Denis in Frankreich aus dem 12. Jahrhundert. — Der Glasſpiegel geſchieht zuerſt 1279 durch Johannes Pekham, einen engliſchen Franciscaner († 1292) Erwähnung; lange waren ſie nur mit Blei belegt, verdrängten indeß doch bald die bis dahin gebräuchlich geweſenen Metallſpiegel.

Darſtellung chemiſcher Präparate.

Unter den chemiſchen Präparaten, deren Darſtellung damals fabrikmäßig betrieben wurde, iſt der Alaun wichtig. Geber erwähnt Alauns von verſchiedenen Arten; im 13. und 14. Jahrhundert war es vorzüglich das byzantiniſche Reich, wo Alaun gewonnen und von wo aus er in die anderen Länder Europa's eingeführt wurde. Im 15. Jahrhundert kamen die Alaunwerke in Italien, auf der Inſel Iſchia, zu Tolfa im Kirchenſtaat und zu Volterra in Toscana, in Betrieb; zu derſelben Zeit gedenkt Baſilius Valentinus beſtehender Alaunſiedereien in Ungarn, Böhmen und Sachſen. Zinkvitriol wurde im 14. Jahrhundert in Kärnthen geſotten, und im folgenden ſpricht Baſilius von den Vitriolwerken in dem ſüdlichen Tyrol, in Ungarn und am Harz. —

Branntweinbrennerei.

Der Branntwein, deſſen Gebrauch noch im 14. Jahrhundert nur in der Medicin ſtattfand, wurde bereits im folgenden ein unter dem Volke viel verbreitetes Getränk, und gegen das Ende deſſelben ſcheint man bereits ſeine Darſtellung aus Getreide gekannt zu haben.

Entwicklung der angewandten Chemie während des Zeitalters der mediciniſchen Chemie.

Metallurgie. Die Metallurgie war abermals derjenige Theil der techniſchen Chemie, in welchem auch während dieſes Zeitalters vorzugsweiſe Fortſchritte gemacht wurden. Die Probirkunſt wurde ſyſtematiſch behandelt von Agricola, der zugleich die chemiſche Vorbereitung der Erze, das Röſten und Brennen, genau beſchrieb; zu ſeiner Zeit auch lernte man viele Nebenproducte metallurgiſcher Operationen, die man bis dahin verloren gehen ließ, weiter verwerthen; am Harz fing man an, den bei dem Röſten entweichenden Schwefel zu gewinnen, und den bei dem Schmelzen zinkhaltiger Erze ſich bildenden Ofenbruch für die Meſſingbereitung zu nützen. Um die Mitte des 16. Jahrhunderts machte man auch in Sachſen die Entdeckung, aus kobalthaltigen Erzen die blaue Glasfarbe zu bereiten. In den peruaniſchen Silberbergwerken führte um 1570 der Spanier Velasco den Amalgamationsproceß ein, der in Mexico ſchon mehrere Jahre früher in Anwendung gekommen war; ihn verbeſſerte im Anfange des 17. Jahrhunders Alonſo Barba.

Färbekunſt. In der Färbekunſt wurden der Indigo und die Cochenille immer allgemeiner eingeführt, ſo ſehr auch verſchiedene Landesregierungen, beſonders in Deutſchland, den Gebrauch des erſteren zu verhindern ſuchten, indem dadurch dem Anbau des Waids Abbruch geſchah. Der Holländer Drebbel[1]) bemerkte 1639 die ſchöne hochrothe Farbe, welche Cochenille von Zinnauflöſung annimmt, und führte den Gebrauch der letzteren in die Färbereien ein; ſeine Methode der Scharlachfärberei wurde 1643 durch einen andern Holländer, Kepler, in England eingeführt, und zu einem wichtigen Induſtriezweige. Der Venetianer Johann Ventura Roſetti ſammelte ſeine Erfahrungen über die Färbekunſt, die er ſich durch lange Reiſen erworben hatte, und publicirte ſie 1540 als das erſte Compendium dieſer Kunſt unter

[1]) Cornelius Drebbel, geboren zu Alkmar in Holland 1572, war ein reicher Landwirth, der ſich viel mit Naturwiſſenſchaften und Mathematik beſchäftigte. Kaiſer Ferdinand II. ernannte ihn zum Informator ſeines Prinzen, welche Stelle er bis 1620 bekleidete. Er ging hierauf nach London, wo er 1634 ſtarb.

dem Titel: Plieto dell' arte de' tentori. Glauber machte viele für die Färbekunſt wichtige Beobachtungen, ſo über die purpurrothe Schattirung der Cochenillefarbe durch Kali, die ſcharlachrothe durch Säure, die gelbe Färbung animaliſcher Subſtanzen durch Salpeterſäure, die Anwendung der Eiſenſolution als einer Beize bei der Schwarzfärbung des Leders, der Wolle, der Leinwand und des Holzes. Daß der Alaun um die Mitte des 16. Jahrhunderts bei den Färbern als Beizmittel in verbreiteter Anwendung ſtand, bezeugt auch Paliſſy. Färbekunſt.

Die Töpferkunſt erhielt Erweiterungen mannichfacher Art. Durch Agricola wurden viele hierhergehörige Verfahrungsweiſen bekannter; er wußte, daß nicht allein Zinn und Blei zuſammen eine gute Glaſur geben, ſondern daß die Bleiglätte auch für ſich mit unſchmelzbarem Thon ſich zu Glaſur vereinigt. Beſonders zeichnete ſich aber in der zweiten Hälfte des 16. Jahrhunderts in dieſer Beziehung Paliſſy [1]) aus. In ſeinen Schriften l'Art de terre und des terres d'argile verbreitete er ſeine durch die mühſamſten und ausdauerndſten Arbeiten gewonnenen Kenntniſſe über die Einſchmelzung von Farben auf gebrannte Gefäße, über die verſchiedene Güte der verſchiedenen Thonarten zum Anfertigen der letzteren, und über die Bereitung der Fayence. Töpferkunſt.

Die Kunſt der Glasbereitung verbreitete ſich nach England, wo 1557 zu London, und nach Schweden, wo 1641 die erſte Glashütte angelegt wurde; die blühendſten Glasfabriken während des 16. Jahrhunderts waren die venetianiſchen zu Murano. In dem Anfange des 17. Jahrhunderts lebte Antonio Neri, ein Prieſter, aus Florenz gebürtig, der ſich auf ſeinen Reiſen in Italien und den Niederlanden viele Erfahrungen hinſichtlich der Glasbereitung erworben hatte, die er in ſeiner Schrift de arte vitraria niederlegte. Ein engliſcher Arzt, Chriſtoph Merret, vermehrte den Glasbereitung.

---

[1]) Bernard Paliſſy iſt nach Einigen 1499, nach Anderen 1515 zu La Chapelle-Biron, einem kleinen Dorfe in Perigord, geboreu. Von 1544 an beſchäftigte er ſich hauptſächlich mit der Aufſuchung der Methoden, in Email auf gebrannte Waaren zu malen. Als Proteſtant wurde auch er 1560 verfolgt, zu Bordeaux eingekerkerkert, und nur gerettet durch die Fürſprache des Connetable von Bourbon bei der Königin Maria von Medicis. Aus Dankbarkeit ſchloß er ſich dem Hofe der letzteren an. Er ſtarb 1589. Seine verſchiedenen oben genannten Schriften publicirte er in dem Zeitraume von 1557 bis 1580, vollſtändig wurden ſie herausgegeben 1777 durch Faujas de Saint-Fond und Gobet, 1844 durch Cap.

Werth dieſes Werkes, das er 1681 neu herausgab, durch zahlreiche eigene Beobachtungen.

Darſtellung chemiſcher Präparate.

Die fabrikmäßige Gewinnung chemiſcher Präparate dehnte ſich auf viele Stoffe aus, die bis zu dieſem Zeitalter nur wenig im allgemeineren Gebrauch waren. Der Zinnober wurde im 16. Jahrhundert vorzüglich zu Venedig im Großen bereitet, die Fabrikation des Bleiweißes war allgemein bekannt, Alaun- und Vitriolſiedereien wurden an vielen Orten neu angelegt. Die Gewinnung des Scheidewaſſers ſcheint ſchon im 16. Jahrhundert allgemeiner bekannt geweſen zu ſein; Betrüger wendeten es häufig an, um Münzen zu eigener Bereicherung durch Waſchen leichter zu machen. Glauber zeigte die große Aehnlichkeit der Säure, die man bei der trockenen Deſtillation des Holzes bekommt, mit der Eſſigſäure, und den mannichfaltigen Gebrauch, den man von der erſteren machen kann, und gab beſſere Anleitung zur Gewinnung des Salpeters.

Branntweinbrennerei.

Der Genuß des Branntweins verbreitete ſich immer mehr unter alle Volksklaſſen und in alle Länder. In dem 16. Jahrhundert wurde er noch in großer Menge von Italien nach Deutſchland eingeführt, obgleich dem Genuß deſſelben in verſchiedenen Theilen des letzteren Reiches, in Heſſen, Frankfurt und Celle, Geſetze zu ſteuern verſuchten. Ebenſo erfolglos wie dieſe waren indeß die Verordnungen in Sachſen, Branntwein nur aus Wein, nicht aus Getreide zu brennen. Die Einführung des Branntweins begünſtigte insbeſondere der allgemeine Glaube, daß er ein heilſames Mittel gegen die meiſten Krankheiten ſei. So wurde gegen 1570 ſein Verbrauch in Schweden verbreitet, wo man ihn als Präſervativ gegen die Peſt dem Volke zuerſt bekannt machte. Viele Anleitungen zur Gewinnung des gebrannten Waſſers erſchienen in dieſem Zeitalter; Glauber erleichterte ſie noch dadurch, daß er die Deſtillation außer in metallenen auch in wohlfeileren hölzernen Gefäßen vornehmen lehrte.

Agriculturchemie.

Für die Agriculturchemie war Paliſſy thätig. In einer Schrift de la marne beſpricht er den Gebrauch des Mergels zur Verbeſſerung des unfruchtbaren Bodens. In einer andern, des sels divers et du sel commun, ſtellte er zuerſt die Behauptung auf, daß der Dünger nur durch ſeinen Gehalt an löslichen Salzen den Boden verbeſſere, und daß der Boden durch fortgeſetzten Anbau unfruchtbar werde, weil ihm dadurch alle Salze (löslichen Stoffe) entzogen werden.

Digitized by Google

Entwicklung der angewandten Chemie während des Zeitalters der phlogiſtiſchen Theorie.

Während dieſes Zeitalters gewinnt die ganze Technik neue Bereicherungen durch die Anwendungen, welche die Chemiker von ihrer Wiſſenſchaft auf ſie machen. Von Boyle, Becher und Kunkel an bis zu Bergman intereſſiren ſich die ausgezeichnetſten Chemiker für praktiſche Benutzung ihrer neugewonnenen Anſichten. — Auf eine Unterſcheidung der Chemie in reine und angewandte drang 1764 Andreas Johann Retzius, Profeſſor zu Lund; 1757 hatte Gottfried Auguſt Hoffmann ſeine »Chemie zum Gebrauch des Haus-, Land- und Stadtwirths, des Künſtlers, des Manufacturiers, Fabrikanten und Handwerkers« publicirt. Dies war das erſte Compendium einer techniſch-ökonomiſchen Chemie.

Die metallurgiſche Chemie änderte verhältnißmäßig am wenigſten ihren Metallurgie. Charakter. Die alten Verfahrungsweiſen wurden großentheils ungeändert beibehalten; die einzelnen Vorſchläge zu Verbeſſerungen, welche in der erſten Zeit dieſer neuen Periode gemacht wurden, ſind nicht bedeutend genug, daß hier eine ausführlichere Aufzählung derſelben nöthig wird. Die beſte Zuſammenſtellung der ſeiner Zeit in den metallurgiſchen Operationen gebräuchlichen Verfahrungsweiſen gab Schlüter in ſeinem »gründlichen Unterricht von Hüttenwerken« 1738. Von großer Wichtigkeit waren noch die Arbeiten eines Sven Rinmann's in Schweden, der mit großem Erfolg die Fortſchritte der Chemie für die Hüttenwerke und Metallfabriken zu benutzen ſuchte; eine ausgezeichnete Anleitung zur Eiſenbereitung gab er 1782. In ähnlicher Weiſe nützte nach ihm in Schweden Gahn; Bergman unterſuchte mit Erfolg den Unterſchied des Gußeiſens vom Stahl und vom Schmiedeeiſen, und die Urſachen der verſchiedenen Güte des letzteren. Das bisher ſtets geheimnißvoll betriebene praktiſche Verfahren, Eiſen in Stahl zu verwandeln, hatte Réaumur[1]) ſchon 1722 in Frankreich gelehrt, auch

[1]) René Antoine Ferchault de Réaumur war zu Rochelle 1683 geboren. Er genoß hier ſeinen erſten Unterricht, und ſtudirte dann in dem Jeſuitencollegium zu Poitiers. Nachdem er ſich ſpäter einige Zeit zu Bourges aufgehalten

Metallurgie. die Art, wie man Eiſenblech verzinnt, gezeigt, und 1726 die Darſtellung des Gußeiſens verbeſſert. Duhamel erläuterte 1764 die Meſſingfabrikation; Hellot ſtellte 1756 die Grundſätze, wonach die Metalle aus den Erzen geſchieden werden müſſen, zuſammen. Zur Prüfung der Erze erſchienen Anleitungen in Menge. Den Amalgamationsproceß führte Born 1785 in den ungariſchen Silberwerken ein.

Färbekunſt. Für die Färbekunſt wurde beſonders wichtig die Entdeckung des Berlinerblau's (1710). Den Färbeproceß auf chemiſche Grundſätze zurückzuführen, bemühte man ſich bald; die berühmteſten Chemiker beſchäftigten ſich damit. G. E. Stahl ſchrieb ſchon 1702 ſeine Adnotationes ad artem tinctoriam fundamentalem und 1703 ſeine »Vollkommene Entdeckung der Färbekunſt«; Hellot gab 1740 die erſte chemiſche Theorie des Färbeproceſſes; Macquer publicirte 1763 ſeine techniſch-chemiſche Schrift: l'art de la teinture en soye.

Töpferkunſt. Die Töpferkunſt wurde insbeſondere erweitert durch erfolgreiche Verſuche zur Darſtellung des Porzellans. In Deutſchland entdeckte Böttcher in Sachſen das Geheimniß der Porzellanbereitung 1709, und im folgenden Jahre wurde die Fabrik in Meißen eingerichtet. Wiſſenſchaftlicher war der Weg, auf welchem Réaumur (1727—1730) die Bereitung des Porzellans zu erforſchen ſuchte; er erkannte, daß ſie auf einer Vermengung zweier verſchiedener Erdarten beruht, wovon die eine unſchmelzbar iſt, die andere aber in hoher Temperatur ſchmilzt, die erſtere einhüllt, und mit ihr eine feuerbeſtändige, durchſcheinende Maſſe bildet. Seine Arbeiten nahmen 1758

---

und hier hauptſächlich mit Phyſik und Mathematik beſchäftigt hatte, kam er 1703 nach Paris. 1708 trat er in die Akademie als Eleve des Mathematikers Varignon; ſeine erſten Unterſuchungen betrafen vorzüglich einzelne Theile der Geometrie. Später beſchäftigte er ſich hauptſächlich mit naturhiſtoriſchen Forſchungen, welche Anwendungen für die Praxis erlauben; ſo über die Seethiere, welche ſich an feſte Körper anhängen, über den Saft der Purpurſchnecken, über die Stärke gedrehter Seile, und ähnliche Gegenſtände. Für ſein Werk über Stahlbereitung ward ihm von dem Herzog von Orleans, damaligem Regenten von Frankreich, eine Penſion von 12000 Livres, die Réaumur auf die Akademie übertragen ließ, und zur Aufmunterung des Gewerbfleißes beſtimmte. Er ſtarb 1756. Seine meiſten Schriften erſchienen in den Memoiren der Pariſer Akademie; von den ſelbſtſtändig publicirten nennen wir hier: l'Art de convertir le fer forgé en acier (1722, 2. Aufl. 1770) und Nouvel art d'adoucier le fer fondu et de faire des ouvrages de fer fondu aussi fines que de fer forgé (1762).

Töpferkunſt.

Lauraguais, d'Arcet und Legay wieder auf, und ſuchten in Frankreich die richtigen Beſtandtheile zu finden, aus welchen ſich nach Réaumur's Anſichten Porzellan bereiten laſſe; durch ihre und Macquer's Bemühungen erreichte man dieſes Ziel, und in der Fabrik zu Sèvres fertigte man von 1769 an ächtes Porzellan. — Beſſere Anweiſung zur Verfertigung anderer feuerfeſter Thongefäße gab vorzüglich Pott.

Glasbereitung.

Mit der Glasbereitung beſchäftigte ſich im Anfange dieſes Zeitalters beſonders Kunkel, der nach vielfachen eigenen Erfahrungen Neri's und Merret's Schriften in ſeiner Ars vitraria experimentalis 1689 commentirte. Réaumur entdeckte die Umwandlung des Glaſes in das nach ihm benannte Porzellan 1727.

Darſtellung chemiſcher Präparate.

Immer größer wurde die Zahl der chemiſchen Präparate, welche man zu allgemeinerem Bedarf fabrikmäßig darſtellte. Nach Boyle's Ausſage waren zu ſeiner Zeit bereits Scheidewaſſerbrennereien im Großen in Gang. Die fabrikmäßige Gewinnung des Vitriolöls aus Eiſenvitriol beſchrieb zuerſt öffentlich ein Deutſcher, Johann Chriſtian Bernhard, 1755; diejenige aus Schwefel beſprach zuerſt der Engländer Doſſie 1758 in ſeinem Elaboratory laid open. Die Bereitung der Säuren und die zweckmäßige Benutzung der Nebenproducte lehrte vorzüglich noch der Franzoſe Demachy[1]; ſeine Schrift: l'Art du distillateur des eaux fortes (1773) wurde berühmt, und auch in Deutſchland durch Hahnemann's Bearbeitung (»der Laborant im Großen«) ſehr bekannt. — Zur vortheilhafteren Gewinnung des Salpeters gab Stahl 1698 gute Anleitung. — Ein neuer wichtiger Fabrikationszweig entwickelte ſich von 1710 an durch die Entdeckung des Berlinerblau's. Die Gewinnung des Alauns auf richtige

[1]) Johann Franz Demachy war 1728 zu Paris geboren, wo er auch ſeine Studien machte. Unter Rouelle hörte er Chemie, zugleich beſchäftigte er ſich viel mit ſchöner Literatur. Er widmete ſich der Pharmacie, und wurde in der Apotheke des Hôtel-Dieu angeſtellt. Später wurde er Oberapotheker im Militairhoſpital von St. Denys, dann Director der Apotheken ſämmtlicher Civilhoſpitäler in Paris. Auch bekleidete er die Stelle eines königlichen Cenſors. Er ſtarb 1803. Von ſeinen Schriften ſind noch als wichtig zu nennen: Instituts de chymie ou principes élementaires de cette science (1766); Procédés chymiques, rangés méthodiquement et définis (1769); Manuel du pharmacien (1788). Auch machte er ſich verdient durch die Ueberſetzung guter deutſcher Werke aus dem Gebiete der Chemie; ſo erſchien von ihm eine Uebertragung von Juncker's Conspectus chemiae (1757), von Pott's (1759) und von Marggraf's (1762) geſammelten Abhandlungen.

Darſtellung chemiſcher Präparate.

Grundſätze zurückzuführen, bemühte ſich Bergman. Vorzüglich aber war Duhamel thätig, in die Darſtellung chemiſcher Fabrikate ein rationelleres Verfahren einzuführen; zur Bereitung des Salmiaks gab er 1735 Anleitung, zu der des Leims 1771, des Stärkemehls 1775, der Seife 1777 u. a. Für die Zuckerfabrikation bereitete Marggraf's Entdeckung des Runkelrübenzuckers (1745) eine neue Epoche vor. — Schon vor 1780 begannen mehrere Chemiker und Fabrikanten ihre Aufmerkſamkeit der Darſtellung der Soda aus dem Kochſalz zuzuwenden, ohne jedoch damals ſchon ein genügendes Reſultat zu erhalten.

Agriculturchemie.

Die Agriculturchemie entwickelte ſich langſam. In Frankreich ſuchte Réaumur 1730 die Merkmale der in Beziehung auf ihre Fruchtbarkeit verſchiedenen Erdarten anzugeben. Dieſer Gegenſtand, und wie man durch Miſchung verſchiedener Erdarten die Fruchtbarkeit des Bodens ſteigern könne, wurde von mehreren Akademien in Frankreich als Preisfrage geſtellt; ſo von der (1714 geſtifteten) Akademie zu Bordeaux 1758 und 1765, ſo von der (1706 geſtifteten) Societät zu Montpellier 1769, welche letztere eine Arbeit von Bergman (ſie trägt in der lateiniſchen Sammlung ſeiner Schriften den Titel de terris geoponicis) 1771 des Preiſes würdig erkannte. Das Intereſſe für ſolche Unterſuchungen war in Schweden hauptſächlich durch Wallerius geweckt worden, der von 1730 an chemiſche Forſchungen in Anwendung auf die Agricultur anſtellte; am bekannteſten wurde ſeine Schrift Agriculturae fundamenta chemica (1761), wo er bereits die Grundſätze des Feldbaues auf die Vergleichung der Beſtandtheile in den Pflanzen mit den Beſtandtheilen des Bodens, worauf ſie wachſen, zu ſtützen ſuchte.

Entwicklung der angewandten Chemie während des Zeitalters der quantitativen Unterſuchungen.

Kurze Andeutungen können wir hier nur über die Fortſchritte der angewandten Chemie während des Zeitalters der quantitativen Unterſuchungen geben, wenn nicht die Darſtellung derſelben ein durch ſeine Länge ermüdendes Regiſter einzelner Entdeckungen ſein ſoll. Wir wollen den Einfluß der

Digitized by Google

quantitativen Unterſuchungsweiſe auf die techniſche Chemie und die hauptſächlichſten Leiſtungen, welche in den erſten Jahren dieſes Zeitabſchnittes vorkommen, kurz beſprechen.

Verhältniß der Chemie zur Technik im Anfange dieſes Zeitalters.

Das Bedürfniß, die Chemie mit der Technik inniger zu vereinigen, machte ſich zu der Zeit, wo unſere Wiſſenſchaft durch Lavoiſier die letzte große Umgeſtaltung erhielt, in den verſchiedenen Ländern auf verſchiedene Weiſe fühlbar. In England hatte ein ausgezeichneter Gewerbsfleiß, ein großer praktiſcher Scharfſinn eine Menge einzelner chemiſch-techniſcher Verfahrungsweiſen empiriſch erkennen laſſen, mehr faſt, als die theoretiſche Chemie in ihrem damaligen Zuſtande genügend erklären konnte. Viele praktiſche Vorſchriften zu chemiſch-techniſchen Proceſſen waren bekannt, allein ein theoretiſches Verſtändniß derſelben ſelbſt in beſchränkterem Umfange war nur wenig verbreitet. Vorzügliches Verdienſt ſchrieben deßhalb die Engländer denjenigen ihrer Chemiker zu, welche, nach der Mitte des 18. Jahrhunderts, die Chemie von einer gewerbsmäßigen Betreibung zu einer wiſſenſchaftlichen Behandlung erhoben. — In Frankreich hatten ſeit längerer Zeit bereits ausgezeichnete Chemiker ſich mit einzelnen Theilen der Technik beſchäftigt, und über die hier ſtatthabenden Vorgänge ſich genauere theoretiſche Kenntniß erworben, ohne daß indeß dieſes theoretiſche Verſtändniß zu beſſerer und allgemeiner praktiſcher Ausführung vielen Anlaß gegeben hätte, und es bedurfte der einflußreichen Chemiker, welche am Ende des vorigen Jahrhunderts in Frankreich thätig waren, um die wiſſenſchaftliche Kenntniß der chemiſchen Operationen in ihrer ganzen Wichtigkeit für die Praxis geltend zu machen. — In Deutſchland wandten die Chemiker fortwährend der Technik ihre Aufmerkſamkeit zu (als eins der beſſeren Lehrbücher aus jener Zeit nenne ich hier J. Fr. Gmelin's Anfangsgründe der ökonomiſchen und techniſchen Chemie, 1784), und die Technologen ſahen ihrerſeits gleichfalls die Nothwendigkeit immer mehr ein, die Chemie den hauptſächlichſten Grundlagen ihres Wiſſens beizuzählen; in dieſer Beziehung verdient noch vorzüglich das Streben Beckmann's, des eigentlichen Begründers der Technologie als einer beſonderen Wiſſenſchaft, Anerkennung.

Zwei große Erſcheinungen treten gegen das Ende des vorigen Jahrhunderts zuſammen, um den Einfluß der Chemie auf die Technik zu vergrößern, um alle Hülfsmittel darzuthun, welche die Chemie der Technik bieten kann. Es waren dies einerſeits die plötzlichen und dringenden Anforderungen, welche in Frankreich an die wiſſenſchaftliche Chemie geſtellt wurden,

um eine Menge bis dahin in dieſem Lande unbekannter Induſtriezweige zu ſchaffen, andererſeits die Reform in der Theorie der Chemie, welche alle chemiſchen Vorgänge richtiger beurtheilen und mit größerer Sicherheit die theoretiſch erkannten Verfahrungsweiſen praktiſch ausführen ließ.

Einfluß der quantitativen Unterſuchungsweiſe.

Vorzügliche Fortſchritte wurden für die techniſche Chemie dadurch veranlaßt, daß die quantitative Unterſuchungsweiſe, welche bald überall durchzuführen man bemüht war, auch in ihr Anwendung fand. Genauer als je wurde nun der Gehalt der zu verarbeitenden Subſtanzen an wirkſamen Beſtandtheilen beſtimmt, ſorgfältiger die Menge des fabrikmäßig erhaltenen Products mit derjenigen verglichen, welche nach der rein wiſſenſchaftlichen Betrachtung ſich herausſtellen mußte. Die Fehler der Operationen wurden ſo ermittelt, und größere Sicherheit in alle auf chemiſchen Grundſätzen beruhende Verfahrungsweiſen der Technik gebracht.

Dieſe Richtung bethätigt ſich auch ſchon in den erſten Leiſtungen der Chemiker für die techniſche Chemie im Anfange unſeres Zeitalters. Lavoiſier, nachdem er die Theorie des wichtigſten chemiſch-techniſchen Hülfsmittels, der Verbrennung, richtiger erkannt hatte, ſuchte auch dafür die quantitativen Beſtimmungen genauer zu geben; ſeine Arbeit über den Werth verſchiedener Brennmaterialien in Beziehung auf die Hitze, welche gleiche Gewichte von ihnen geben (1787), verdient hier Erwähnung. In gleicher Beziehung arbeitete er über viele Theile der angewandten Chemie, über die Prüfung der Salpetererde auf ihren Gehalt (1777, 1792) und Aehnliches. — Die genaue Ausmittlung der rohen Stoffe an wirkſamen Beſtandtheilen ſuchte man den Fabrikanten zugänglicher zu machen; Decroizille's Methode für ſolche Beſtimmungen, 1789 zuerſt an der Prüfung der Bleichflüſſigkeit durch Indigolöſung gezeigt, verdient hier Erwähnung.

Wichtigſte techniſch-chemiſche Leiſtungen.

Die fabrikmäßige Darſtellung einzelner Subſtanzen wurde ſicherer gemacht durch genaue Ermittlung ihrer Beſtandtheile, ſo die des Stahls durch Berthollet, Vandermonde und Monge's Verſuche über die verſchiedenen Zuſtände des Eiſens (1786), ſo die des Alauns durch Vauquelin und Chaptal's [1]) Arbeit (1790), welche das Kali als einen noth-

[1]) Jean Antoine Chaptal war 1756 zu Nozaret im Departement der Lozère geboren; er ſtudirte Arzneikunde und Naturwiſſenſchaften, und wurde Profeſſor der Chemie und praktiſcher Arzt zu Montpellier. 1791 fand er zuerſt Gelegenheit, ſich durch ſeinen Patriotismus bei der Beſtürmung der Citadelle von

Wichtigſte techniſch-chemiſche Leiſtungen.

wendigen Beſtandtheil jenes Körpers darthat, u. a. Neue Fabrikationszweige wurden mit den günſtigſten Reſultaten verſucht; die künſtliche Bereitung der Soda nach dem Leblanc und Dizé'ſchen Verfahren (1794) muß als vorzüglich wichtig hervorgehoben werden. Andere Fabrikationszweige, deren Begründung ſchon früher ſtattgefunden hatte, wurden jetzt erſt in größerem Maßſtabe und mit mehr Erfolg betrieben; ſo die Fabrikation des Zuckers aus Runkelrüben, zur Zeit des Anfangs unſeres Jahrhunderts hauptſächlich durch Achard's Bemühungen.

Dieſelben Reſultate, welche man früher nur durch weitläufige Verfahren erlangen konnte, lernte man bald durch ſchneller und ſicherer wirkende Mittel erſetzen. Von welchem Einfluſſe auf das ganze Gewerbsweſen war Berthollet's Anleitung zur Benutzung der bleichenden Kraft des Chlors (1795), von welcher Wichtigkeit für die ſichere Darſtellung reiner Präparate Lowitz's Entdeckung der entfärbenden Kraft der Kohle (1786). Die meiſten chemiſchen Entdeckungen, viele rein wiſſenſchaftliche Arbeiten, gaben zu neuen Verfahrungsweiſen in der Technik Anlaß, oder lehrten ſchon früher bekannte beſſer verſtehen und erfolgreicher anwenden; wie wichtig wurde z. B. für die Färbekunſt Vauquelin's Entdeckung des Chroms (1797); wie wichtig für viele Gewerbszweige Wollaſton's Bemühungen, das Platin zu Gefäßen anzuwenden (ſeit 1800); wie wichtig für die Schwefelſäurefabri-

Montpellier auszuzeichnen. Beſondere Thätigkeit entwickelte er, als ihm 1793 die Direction der Pulverfabriken anvertraut wurde, die er indeß nicht lange verwaltete. Von 1794 bis 1798 lebte er wieder als Profeſſor zu Montpellier; im letzteren Jahre wurde er Berthollet's Nachfolger als Lehrer an der École des arts und Mitglied des Nationalinſtituts. Im folgenden Jahre wurde er Staatsrath, 1800 Miniſter des Innern, welche Stelle er bis 1804 bekleidete. Nachher wurde er zum Mitglied des Erhaltungsſenats, von Napoleon auch zum Grafen von Chanteloup ernannt. — Während der Regierung der 100 Tage wurde Chaptal abermals in das Miniſterium berufen; nach Napoleon's letztem Sturze trat er in den Privatſtand zurück, bis ihn Ludwig XVIII. 1819 zum Pair von Frankreich ernannte. Er ſtarb 1832. — Mehr als für die reine Chemie (ſeine Eléments de chymie erſchienen zuerſt 1790 [deutſche Ueberſetzung 1791—1805], die 4. Auflage 1803) hat Chaptal für die angewandte gearbeitet; ausgezeichnet auf die Entwicklung der chemiſchen Technologie wirkten, außer vielen kleineren Arbeiten, ſeine Schriften: Le perfectionnement des arts chymiques en France (1800), La Chymie appliquée aux arts (1807, deutſche Ueberſetzung 1808) und De l'industrie française (1819); für die rationellere Behandlung des Ackerbaues wirkte er durch ſeine Chymie appliquée à l'agriculture (zuerſt 1823, 2. Aufl. 1829).

Google

Wichtigſte techniſch-chemiſche Leiſtungen.

kation Clement und Desormes' Arbeit (1806) über die Wirkung des Stickoxyds bei der Bereitung dieſer Säure; wie wichtig für die Seifenfabrikation Chevreul's Unterſuchungen über die Fette (von 1813 an); welchen Einfluß hatten die chemiſchen Unterſuchungen über die Bildung der Eſſigſäure, über die Natur des hydrauliſchen Mörtels, über die Gaſe, welche zur Beleuchtung dienen u. ſ. w. auf die ſchnellere oder zweckmäßigere Bereitung und Anwendung dieſer Körper.

Alle Theile der chemiſchen Technologie wurden mit dem größten Eifer von dem Anfange unſeres Zeitalters an bearbeitet. Für die Färbekunſt arbeitete Berthollet (l'art de teinture 1791), und ſchrieb Bancroft ſeine experimental researches, concerning the philosophy of permanent colors (1794). Ueber die Weinbereitung ſchrieb Fabbroni ſein Werk: dell' arte di fare il vino (1787). Durch chemiſche Unterſuchungen über die Nahrungsmittel zeichnete ſich Parmentier [1]) aus, welchem auch viele einzelne Fabrikationszweige Ausgezeichnetes verdanken; die chemiſche Technologie als Ganzes bearbeiteten die gleichfalls auch um viele einzelne Gewerbe hochverdienten Gelehrten Chaptal und Hermbſtädt [2]) — Senebier,

[1]) Antoine Auguſtin Parmentier, geboren 1737 zu Montdidier, kam als Apotheker nach Paris, wo er ſich bald durch wichtige chemiſch-techniſche Unterſuchungen berühmt machte. Beſonderes Verdienſt erwarb er ſich um die franzöſiſche Armee durch eine beſſere Einrichtung der Feldapotheken. Als Generalinſpector dieſer Einrichtungen ſtarb er 1813.

[2]) Sigismund Friedrich Hermbſtädt war 1760 zu Erfurt geboren; auf dem Gymnaſium und der Univerſität ſeiner Vaterſtadt erhielt er ſeine Ausbildung und begann das Studium der Arzneiwiſſenſchaft. Er beſchäftigte ſich außerdem noch vorzüglich mit Chemie, und bildete ſich hierin noch mehr in Langenſalza aus, wo er als Gehülfe Wiegleb's einige Zeit lebte. Später übernahm er eine Apotheke in Berlin, und ſetzte ſeine Studien an der dortigen mediciniſch-chirurgiſchen Bildungsanſtalt fort; an dieſem Inſtitut wurde er 1791 zum Profeſſor der Chemie und Pharmacie ernannt. Seine amtliche Thätigkeit erweiterte ſich bald noch durch ſeine Anſtellung in dem Oberſanitätscollegium und in den oberſten Behörden für mediciniſche und technologiſche Angelegenheiten; als Lehrer der Chemie wirkte er noch an der allgemeinen Kriegsſchule, dem Bergwerks-Eleven-Inſtitut, und 1819 wurde er ordentlicher Profeſſor der Chemie und Technologie an der Berliner Univerſität. Er ſtarb 1833. — Hermbſtädt war einer der erſten unter den Chemikern, welche in Deutſchland Lavoiſier's Anſichten ſich anſchloſſen und ſie durch Ueberſetzungen der Schriften des letztern und durch eigene Werke zu verbreiten ſuchten; ſein »Syſtematiſcher Grundriß der allgemeinen Experimentalchemie« erſchien zuerſt 1791 — 1793 in 4 Bänden (die 3. Aufl. 1823). Außerdem zeichnete er ſich beſonders aus durch

Ingenhouß, A. v. Humboldt, Th. v. Sauſſure, H. Davy, Chaptal, Hermbſtädt, Einhof, Schübler waren für die Agriculturchemie thätig, zum Theil ihren Unterſuchungen dieſen Theil der angewandten Chemie zum unmittelbaren Gegenſtand gebend, zum Theil durch rein phyſiologiſch-chemiſche Forſchungen eine vermehrte Anwendung der Chemie auf den Ackerbau vorbereitend. Wichtigſte techniſch-chemiſche Leiſtungen.

Die vorhergehenden Mittheilungen geben Aufſchluß über die Fortſchritte der angewandten Chemie, über den Einfluß, welchen unſere Wiſſenſchaft auf das ganze Gewerbsweſen ausgeübt hat, bis etwa zu dem Anfange unſeres Jahrhunderts; ſie nennen die Gelehrten, welche die Anwendung der Chemie auf die Künſte und Gewerbe mit vorzüglichem Erfolg verſucht haben. Wir ſetzen dieſe Aufzählung nicht weiter fort, da dies uns unmittelbar in die Beſtrebungen der Gegenwart hineinführen müßte, die ihrerſeits in zu raſchem Vorandrängen begriffen ſind, als daß ſich ein Anhaltspunkt zu allgemeinerer Betrachtung ergeben könnte. Der Zuſammenhang zwiſchen Chemie und Technik in der Innigkeit, wie er gegenwärtig ſtatthat, iſt zu neu, als daß ſich die Reſultate dieſer Vereinigung ſchon jetzt auf eine befriedigende Art hiſtoriſch darſtellen ließen. Eine ſpätere Geſchichtſchreibung kann erſt die Ergebniſſe unter einem allgemeineren Geſichtspunkte zuſammenſtellen, welche aus der Ueberzeugung unſerer Zeit von der nothwendigen Baſirung der Technik auf wiſſenſchaftliche chemiſche Kenntniſſe hervorgehen.

Wir haben jetzt die verſchiedenen einzelnen Zweige unſerer Wiſſenſchaft, die analytiſche, die mineralogiſche, die pharmaceutiſche, die angewandte Chemie, durchgegangen, welche ſich in einer gewiſſen Abgeſchloſſenheit entwickelten, ſo daß eine beſondere Beſprechung für ſie nöthig war. Der Einfluß

ſeine Bemühungen, die Kenntniß der chemiſchen Technologie zu verbreiten; ſowohl durch Schriften über einzelne Gegenſtände, wie über die Färbekunſt (zuerſt 1802), die Bleichkunſt (1804), die Gerberei (1805—1807), die Seifenſiederei (1808), den Runkelrübenzucker (zuerſt 1809), die Branntweinbrennerei (zuerſt 1817), die Tabaksfabrikation (1822), die Bierbrauerei (1826) und viele andere, als auch durch Abfaſſung großer Lehrbücher (Grundſätze der Technologie 1816—1825, Grundriß der Technologie 1830—1831 u. a.), die Redaction verſchiedener technologiſcher Journale, und die Ueberſetzung vieler techniſch-chemiſcher Schriften.

Wichtigste technisch-chemische Leiſtungen.

dieſer einzelnen Zweige hat ſich immer mehr vergrößert, ſo daß einige davon jetzt eine ſelbſtſtändige Behandlung erfordern, und in ihrer ganzen Ausdehnung kaum mehr nur als eine einzelne Richtung der Scheidekunſt betrachtet werden können. Dieſe einzelnen Richtungen wurden zeitweiſe bearbeitet, ohne daß Erweiterung der chemiſchen Kenntniſſe zunächſt als Zweck vorausgeſetzt war, aber auch in den Zeiten, wo dies der Fall war, ſchloß das Voranſchreiten jeder dieſer Richtungen ein Voranſchreiten der Chemie in ſich. Der Betrachtung dieſer verſchiedenen Zweige der Chemie wollen wir hier anhangsweiſe die Geſchichte einer Richtung beifügen, welche von den vorhergehenden in der Art ſich unterſcheidet, daß ſie in Abnahme, ja in Vergeſſenheit gekommen iſt, während jene ihren Einfluß immer mehr ausbreiteten und jetzt ſelbſtſtändige Behandlung erfordern, — welche den vorhergehenden Zweigen der Chemie in der Weiſe ſich anſchließt, daß auch aus ihrer Bearbeitung den chemiſchen Kenntniſſen reichliche Vermehrung erwachſen iſt, obgleich das Ziel der Richtung zunächſt nicht chemiſche Naturforſchung war. Dieſe Richtung iſt die alchemiſtiſche, zu deren ſpecieller Geſchichte wir uns jetzt wenden wollen.

Specielle Geſchichte der Alchemie.

Digitized by Google

Einleitung.

Jn der allgemeinen Geſchichte der Chemie lernten wir Zeitalter kennen, wo unſere Wiſſenſchaft fremden, d. h. anderen als den wahren, Zwecken diente. Es vermiſcht ſich während einer ſolchen Zeit die Bearbeitung der Chemie mit der Entwicklung anderer geiſtigen Richtungen. Die geſchichtliche Verfolgung dieſer letzteren konnten wir in der allgemeinen Geſchichte nur für ſo lang berückſichtigen, als ſie für die Ausbildung der Chemie, für den Totalzuſtand dieſer Wiſſenſchaft, von beſonderem Einfluſſe ſind; wir mußten davon abſtehen, die Art, wie man dieſe fremden Zwecke zu realiſiren ſuchte, anders zu betrachten, als nur inſofern, wie dieſes Streben die ganze Chemie für eine beſtimmte Zeit charakteriſirt. Einleitung.

Wir können die hiſtoriſche Betrachtung, auf welche Art man einen ſolchen fremden Zweck außerhalb der Zeit, wo er zugleich die Chemie beherſcht, zu erreichen ſuchte, in dieſem Werke übergehen, wenn jener Zweck noch immer einer beſonderen Wiſſenſchaft zur Aufgabe geſetzt iſt. Niemand wird z. B. hier eine Geſchichte der Medicin ſuchen, obgleich der Zweck der Medicin für ein beſtimmtes Zeitalter auch das Ziel iſt, welches ſich die Chemiker vorgeſetzt haben. — Wohl aber müſſen wir in dieſem Buche weiter ausführen, welche Schickſale das Streben nach ſolchen Zwecken hat, die, aus der Chemie hervortretend, dieſe Wiſſenſchaft einſt beherrſchten, und untergingen, als unerreichbar anerkannt wurden, nachdem ſich die Chemie von ihnen losgeſagt hatte. Die Richtung, welche durch Verfolgung eines ſolchen Zweckes beſtimmt wird, iſt immer noch eine Dependenz der Chemie, auch wenn ſie den Totalzuſtand dieſer Wiſſenſchaft nicht

Einleitung. mehr charakteriſirt; ſie kann zuletzt als Auswuchs der Chemie erſcheinen, aber ihre ſpecielle Geſchichte darf nicht vernachläſſigt werden, wenn die Chemie aller Zeiten im Ganzen wie im Einzelnen geſchildert werden ſoll.

Das hier Geſagte findet vorzüglich Anwendung hinſichtlich der Frage, ob der ſpeciellen Geſchichte der Alchemie, der Geſchichte der Beſtrebungen, unedle Metalle in edle zu verwandeln, hier eine beſondere Betrachtung einzuräumen ſei. Die allgemeinen Begriffe der Alchemie habe ich bereits im I. Theile (Seite 40 ff.) beſprochen, dort indeß nur ſo viel von dieſen Anſichten und ihren Anhängern angeführt, als mit der Entwicklung der wiſſenſchaftlichen Chemie in näherem Zuſammenhange ſteht. Hier will ich genauer auf dasjenige eingehen, was die Alchemie ſonſt noch Eigenthümliches hat; es iſt dies zwar nicht Alles für die Chemie im Allgemeinen vom unmittelbarſten Einfluſſe geweſen, aber es ſchöpfte doch aus der Chemie die erſte Veranlaſſung und blieb mit der Chemie in beſtändiger Wechſelwirkung.

Während elf Jahrhunderten verſchmilzt ſich die Alchemie mit der wiſſenſchaftlichen Chemie; aus dieſer Periode, als dem Zeitalter der Alchemie, habe ich in dem I. Theile bereits Vieles erwähnt. Aber nachdem ſich die Chemie einen andern Zweck geſetzt hat, als unedle Metalle in edle zu verwandeln, dauern doch die alchemiſtiſchen Richtungen noch fort; bis in den Anfang unſeres Jahrhunderts, anderthalb Jahrtauſende, dominirt die Alchemie die geiſtigen Kräfte Vieler. Sie verdient ſomit wohl eine nähere Beleuchtung, und dieſe wollen wir hier geben.

Die Eigenthümlichkeit der Alchemie, der Umſtand, daß ſie Begriffe behandelt und vertheidigt, die uns jetzt ſehr fern liegende, oft unbegreifliche ſind, macht es nöthig, hier mehr in Einzelnheiten einzugehen, als dies ſonſt für die hiſtoriſchen Darſtellungen dieſes Werkes vergönnt und nöthig iſt [1]).

---

[1]) Dieſelben Gründe veranlaſſen mich, faſt immer die Sache mehr ſo hinzuſtellen, wie ſie die Alchemiſten auffaßten, als wie ſie uns jetzt vorkommt. Es gilt dies namentlich für ſolche Fälle, wo von Metallverwandlung als einer vollkommen conſtatirten und ausgemachten Sache die Rede iſt; der zuverſichtliche Ton, in welchem von der Exiſtenz eines Steins der Weiſen geſprochen wird, giebt nicht meine Anſicht zu erkennen, ſondern nur die Ueberzeugung einer früheren Zeit. Die Darſtellung in anderer Weiſe zu verſuchen, wo man jeden Satz mit: die Alchemiſten waren überzeugt, daß — man glaubte fälſchlich, daß — u. ſ. w. anfangen müßte, wäre ermüdend und iſt unnöthig.

Nur durch die Angabe dieſer Einzelnheiten läßt ſich ein richtiger Begriff über das Weſen der Alchemie bilden. Einleitung.

Das Material, welches hierzu vorliegt, iſt ſo zahlreich und verſchiedenartig, daß zur Sichtung deſſelben die chronologiſche Ordnung, wenn ſie gleich für den Bearbeiter in anderer Hinſicht die bequemſte iſt, nicht gewählt werden darf. Um Gleichartiges möglichſt zuſammenzuſtellen (eine ſtrenge Durchführung dieſes Princips iſt indeß auch nicht möglich), will ich zuerſt den Urſprung und die Verbreitung der Alchemie, dann ihre hauptſächlichſten Lehren, namentlich über den Stein der Weiſen, die Stellung und Verhältniſſe der Alchemiſten, ihre Anſichten über die Darſtellung des Steins der Weiſen und endlich den Verfall des Glaubens an Alchemie in beſonderen Abſchnitten ausführlicher erörtern.

Google

I. Urſprung der Alchemie und Verbreitung derſelben bis zu 1700.

Urſprung der Alchemie.

Die Anſicht, daß man aus Körpern, welche kein Gold oder Silber enthalten, durch Kunſt dieſe Metalle hervorbringen könne, findet ſich hiſtoriſch nachweisbar zuerſt in dem 4. Jahrhundert unſerer Zeitrechnung erwähnt, und dient da ſchon experimentellen Bemühungen zur Grundlage. Ob ſie in dieſer Zeit zuerſt aufgeſtellt worden iſt, oder ob ſie da nur bekannter wurde und zu vervielfältigtem Beſtreben nach Verwirklichung Anlaß gab, ſteht dahin.

Wir müſſen von der hiſtoriſchen Kenntniß des Urſprungs der Alchemie, hinſichtlich welcher ich ſo eben mittheilte, wie weit ſie ſich zurück verfolgen läßt, die mythiſchen Angaben über die Entſtehung derſelben trennen. Wir wiſſen mit Beſtimmtheit nur, daß von dem 4. Jahrhundert an man ſich damit abgegeben hat, unedle Metalle in Gold und Silber verwandeln zu wollen, aber Alle, welche dieſer Richtung anhängen, ſtimmen ſchon von jenem Zeitpunkte an darin überein, den Urſprung ihrer Kunſt in eine weit entfernte Zeit zurückzuverlegen. So unſicher und fabelhaft auch ihre Angaben ſind, müſſen wir ihrer doch hier gedenken, da ſie zugleich dazu beitragen, über den geiſtigen Zuſtand der Anhänger der Alchemie überhaupt ein Urtheil zu geſtatten.

Fabelhafter Urſprung der Alchemie.

Die älteſten Alchemiſten rücken das Datum des Urſprungs ihrer Kunſt weit vor die Grenze aller hiſtoriſchen Kenntniß hinaus, und zählen ſie zu den Geheimniſſen, die nur durch übernatürliche Mittheilung den Menſchen bekannt werden konnten. So z. B. der ſpäter noch zu erwähnende Zoſimus, der um 400 lebte und in einem nur in Handſchriften exiſtirenden Werke περὶ τῆς ἱερᾶς καὶ θείας τέχνης τοῦ χρύσου καὶ ἀργυρίου ποιήσιος ſich dahin ausſpricht, daß himmliſche Weſen, von Liebe zu irdi=

ſchen Frauen entbrannt, dieſen alle ihre Geheimniſſe mitgetheilt hätten, Fabelhafter Urſprung der Alchemie. worunter auch die Kunſt, Gold und Silber künſtlich darzuſtellen, was als Chemie bezeichnet worden ſei; eine Sage, welche wahrſcheinlich aus der Verdrehung einer Stelle des alten Teſtaments (6. Kapitel des 1. Buches Moſes) hervorging.

Bald indeß ſehen wir andere Anſichten über die Entſtehung der Alchemie angenommen, und das Land des Urſprungs der Metallverwandlung wie den Namen des Entdeckers näher angegeben. Die meiſten Alchemiſten vereinigten ſich dahin, aus Aegypten den Urſprung ihrer Kunſt herzuleiten, und als ihren erſten Vorgänger erkennen ſie einſtimmig einen Hermes Hermes Trismegiſtus. Trismegiſtos an. Wie dieſer Name in die Mythologie verwebt iſt, dürfte es ſchwer ſein, irgend eine haltbare Anſicht über die Exiſtenz dieſes Hermes aufzuſtellen, und auch die Alchemiſten ſelbſt geben zu, daß ihrem Stammherrn der griechiſche Name erſt ſpäter zugelegt worden ſein dürfte. Von Hermes, in einer Beziehung, die auf eine mit Chemie beſchäftigte Perſon ſchließen laſſen dürfte, ſpricht keiner der Alten. Der Neuplatoniker Jamblichos, um 280 n. Chr., kennt zuerſt eine Perſönlichkeit dieſes Namens. In ſeiner Schrift über die Myſterien Aegyptens ſagt er, nach Seleucus habe Hermes Trismegiſtos zwanzigtauſend Bände über die allgemeinen Principien geſchrieben; nach Manethon aber habe er ſechsunddreißigtauſendfünfhundertfünfundzwanzig Bände über alle Wiſſenſchaften verfaßt. Von 400 n. Chr. wird nun der Name in allen alchemiſtiſchen Schriften erwähnt. Tertullian im 2. Jahrhundert ſchon nennt in ähnlicher Beziehung den lateiniſchen Namen; ihm iſt Mercurius ille trismegistus magister omnium physicorum. Wer war nun der Mann, welchen die ſpäteren Griechen als Hermes und die ſpäteren Lateiner als Mercurius bezeichneten?

Die Antworten hierauf ſind ſo verſchiedenartig, als die Unbeſtimmtheit der Sache es immer nur vermuthen läßt, und gerade ſo ungenügend, wie dies immer da der Fall iſt, wo ein abſtracter Begriff, wie hier der Erfindungsgeiſt im Allgemeinen, ſpäter im perſönlichen Sinne genommen ward, und einzelne Perſönlichkeiten, in welchen jener Begriff beſonders hervortrat, damit identificirt wurden. Daß Hermes in Aegypten gelebt habe, ſuchte man durch mannichfache Angaben zu unterſtützen. Zu den Myſterien der Prieſter dieſes Landes ſollte die Ausübung der Scheidekunſt mit gehört haben, wofür Stellen aus dem Diodor namentlich angeführt werden, nach welchem

Hermes Trismegiſtus. die Aegypter das Feuer verehrt, in ihm das Princip der Erzeugung und Vollendung aller Dinge anerkannt, und namentlich die Einwirkung deſſelben auf Metalle gekannt haben ſollen; ebenſo die Angabe Plutarch's (um 100 n. Chr.), daß Aegypten früher Chemia genannt worden ſei, wie denn ſpäter umgekehrt die Chemie oder vielmehr Alchemie oft als ägyptiſche Kunſt bezeichnet wurde. — Die Identität des ſogenannten Hermes Trismegiſtus mit irgend einem anderen Aegypter, der bei alten Schriftſtellern genannt wird, aufzufinden, war ein ebenſo oft verſuchtes als ſtets beſtrittenes und vergebliches Unternehmen. Einige wollen darunter einen König Thot oder Theuth verſtanden wiſſen, deſſen Zeit um 2700 v. Chr. geſetzt wird. Der letztere Name kommt bei Plato einigemal vor, als der des Erfinders mannichfacher Wiſſenſchaften und Künſte, wie Arithmetik, Aſtronomie und Würfelſpiel; auch berichtet Plato, daß die Aegypter dieſem Theut die erſte Unterſcheidung der Vocale von den Conſonanten zuſchrieben. Aber nirgends findet ſich eine Andeutung auf Beſchäftigung, welche mit der Chemie im Zuſammenhange ſtände. — Noch weniger Grund iſt indeß, unter Hermes einen ägyptiſchen König Siphoas, 1900 v. Chr., verſtehen zu wollen, oder Moſes, oder wen ſonſt unter den in Aegypten Lebenden noch das Schickſal traf, jenes Perſönlichkeit auf ſeine Rechnung nehmen zu ſollen. — Andere gingen ganz von der Annahme ab, den Hermes in Aegypten aufzuſuchen; man ſtellte die Vermuthung auf, der Hermes der Alchemiſten möge wohl Adam ſein, welche Annahme das für ſich hat, daß dann ein älterer Alchemiſt nicht mehr aufgefunden werden kann; Andere glaubten, Chanaan oder Cham ſei darunter verſtanden, und ſtützten ſich auf die Aehnlichkeit dieſer Namen mit dem Worte Chemie und der alten Bezeichnung Aegyptens Chemia. Wenige nur glaubten das hohe Alterthum der Alchemie aufopfern, und in Hermes eine Perſon ähnlichen Namens aus verhältnißmäßig neuerer Zeit erblicken zu dürfen; Galen, um 100 n. Chr., berichtet nämlich von einem ägyptiſchen Prieſter Hermon als dem Entdecker mancher Methoden, Arzneien zu bereiten. Das paßt eher auf einen Anhänger der Alchemie; aber auch von dieſem Prieſter Hermon weiß man nichts Genaueres, und wenn auch ſein Name leicht in Hermes übergehen konnte und die Schriften, welche Clemens Alexandrinus (ein geborner Aegypter und etwa 100 Jahre nach Galen lebend) als hermetiſche anführt, ihm wahrſcheinlich angehören, ſo wiſſen wir doch von ſeinem Antheil an der Alchemie ſoviel wie nichts, da zudem

Digitized by Google

die Inhaltsangabe des Clemens über jenes Schriften keinen Anhalts-punkt für eine derartige Beziehung bietet. Hermes Trismegiſtus.

Ich mußte bei dieſem Hermes etwas länger verweilen, da die Anſichten über ihn zu den weſentlicheren der Alchemie gehören, die auch von ihm noch die Bezeichnung der hermetiſchen Kunſt trug; wie denn an ſeinen Namen auch jetzt noch einige Kunſtausdrücke, z. B. hermetiſcher Verſchluß und ähnliche, erinnern. Ein genügendes Reſultat iſt bei dieſer Unterſuchung nicht zu erlangen; die Nachrichten über den Alchemiſten Hermes ſind um ſo dürftiger, je weiter wir zurückgehen; um ſo mehr nachweisbar falſch, je ſpätere Alchemiſten wir befragen. Von dem 4. Jahrhundert an kennen wir den Namen in Beziehung zur Alchemie; im 11. theilt uns Hortulanus, einer der bedeutendſten damaligen Alchemiſten, eine kurze Schrift als von Hermes herrührend ſammt eigenem Commentare mit, aber ohne Angabe, wie ihm dieſe Schrift zugekommen ſei, die unter dem Namen der tabula smaragdina große Berühmtheit erhielt; im 13. Jahrhundert erfahren wir aus einem dem Albertus Magnus zugeſchriebenen Werke, daß Alexander der Große auf einem Zuge nach Aegypten des Hermes Grab entdeckt und eröffnet habe, und daß in dieſem die tabula smaragdina gefunden worden ſei. Im 17. Jahrhundert wurde gar ein phöniciſcher Urtext zu dieſer Schrift fabricirt. So häuft ſich dem, was wir eigentlich wiſſen, im Laufe der Zeit ſtets Mährchenhaftes zu, und wirft Unſicherheit auch auf die Angaben der früheren Autoritäten.

Von den angeblichen Schriften des Hermes intereſſirt uns hier nur die tabula smaragdina, weil ſie bei den Alchemiſten vom 11. Jahrhundert an im größten Anſehen ſteht. Hortulanus theilt ſie zuerſt in lateiniſcher Ueberſetzung mit; ihr Inhalt iſt: Tabula smaragdina.

Verum est sine mendacio, certum et verissimum: Quod est inferius est sicut id quod est superius. Et quod est superius est sicut id quod est inferius, ad perpetranda miracula rei unius.

Et sicut res omnes fuerunt ab uno, meditatione unius: sic omnes res natae fuerunt ab hac una re, adoptione.

Pater ejus est Sol, mater ejus est Luna. Portavit illud ventus in ventre suo. Nutrix ejus terra est. Pater omnis telesmi totius mundi est hic. Virtus ejus integra est, si versa fuerit in terram.

Separabis terram ab igne, subtile a spisso, suaviter, magno cum ingenio. Ascendit a terra in coelum, iterumque descendit in terram, et recipit vim superiorum et inferiorum.

Tabula smaragdina.

Sic habebis gloriam totius mundi. Ideo fugiet a te omnis obscuritas.

Haec est totius fortitudinis fortitudo fortis, quia vincet omnem rem subtilem, omnemque solidam penetrabit.

Sic mundus creatus est.

Hinc erunt adaptationes mirabiles, quarum modus est hic.

Itaque vocatus sum Hermes Trismegistus, habens tres partes Philosophiae totius mundi.

Completum est, quod dixi de operatione solis.

In welcher Sprache das Original geſchrieben ſein mag, wiſſen wir nicht. Einige Worte ſcheinen anzudeuten, daß dieſe lateiniſche Ueberſetzung nach dem Griechiſchen gefertigt wurde. Wann die tabula smaragdina geſchrieben wurde, wiſſen wir auch nicht; des Hortulanus Exiſtenz im 11. Jahrhundert wurde von Einigen angefochten, und die ganze Schrift für ein Machwerk des 14. bis 15. Jahrhunderts, und ſomit alle früheren Commentare für untergeſchoben, erklärt. Hiergegen indeß ſpricht Vieles. Aus des Raymund Lull (von welchem Hermes der Vater der Alchemiſten genannt wird) anerkannt ächtem Codicill läßt ſich deutlich nachweiſen, daß dieſem bereits jene lateiniſche Schrift wohlbekannt war; mehrere Sätze daraus führt Lull wörtlich an. Somit muß man wohl die tabula smaragdina für eins der älteren alchemiſtiſchen Denkmäler anerkennen, ohne daß man ihr ein ſo hohes Alter beizulegen braucht, wie dies in früherer Zeit geſchehen iſt.

Angebliches hohes Alter der Alchemie.

Schon aus dem Vorhergehenden kann man entnehmen, wie ſehr die Alchemiſten daran hingen, den Urſprung ihrer Kunſt möglichſt weit hinauszurücken; es leitete dies Beſtreben ſie überhaupt, wenn ſie von den Alchemiſten früherer Zeit ſprachen. Wenig gehörte dazu, um in ihren Augen als Inhaber der Kunſt der Metallverwandlung zu gelten, wenn nur die betreffenden Perſonen recht lange vor ihnen gelebt hatten; die leiſeſte Andeutung auf irgend eine metallurgiſche Kenntniß oder irgend eine Handlung, die etwas Chemiſches an ſich hatte, genügte, um Aufnahme in die Liſte der Alchemiſten zu veranlaſſen. So zählten die Alchemiſten Tubalkain zu zu den ihrigen, weil die Schrift ihn einen Künſtler in Erz und Eiſen nennt; Moſes mußte Alchemiſt ſein, weil er in der Wüſte bittres Waſſer in ſüßes zu verwandeln und zudem das goldne Kalb in eine trinkbare Flüſſigkeit umzuſchaffen wußte; Hiob war Alchemiſt, weil einer ſeiner Freunde nach Luther's Ueberſetzung zu ihm ſpricht: Du wirſt für Erde Gold geben, und für die Felſen goldne Bäche. Cleopatra paradirt als einge-

weiht in die heilige Kunſt, weil ſie eine Perle zu löſen wußte, wie die Geſchichte erzählt. So ſcheinen auch die metallurgiſchen Kenntniſſe, die ſich der Evangeliſt St. Johannes möglicher Weiſe während ſeines Aufenthaltes in den Bergwerken zu Pathmos verſchaffen konnte, Anlaß gegeben zu haben, ihn für einen Alchemiſten zu halten. Wenigſtens enthält die (im 12. Jahrhundert von Adam von St. Victor gedichtete) Hymne Gratulemur ad festivum, welche nach dem römiſchen Brevier am 27. December dem Heiligen zu Ehren geſungen wurde, auch die Lobpreiſung:

Angebliches hohes Alter der Alchemie.

> Inexhaustum fert thesaurum
> Qui de virgis fecit aurum
> Gemmas de lapidibus;

was auch noch am Ende des 17. Jahrhunderts gläubig angenommen wurde, wie denn Becher den Johannes als alchemiſtiſche Autorität citirt, mit dem Bemerken, das Holz, aus welchem dieſer Gold gemacht habe, möge wohl Tamariskenholz geweſen ſein, da nach der Verſicherung glaubwürdiger Perſonen die Erde in der Nähe von Tamariskenſtauden faſt immer Gold enthalte.

Wir finden dieſes Streben, den Urſprung der Alchemie möglichſt weit hinauszurücken, wieder in der Beilegung neuerer Schriften an gleichnamige Perſonen aus viel älterer Zeit. Ich meine hier nicht die Unterſchiebung von Schriften, ſondern die oft abſichtsloſe Verwechslung von Schriftſtellern aus verſchiedenen Zeitaltern. Mit der beſten Ueberzeugung ſchrieb man die alchemiſtiſchen φυσικὰ καὶ μυστικὰ eines gewiſſen Democrits, welche ſicher nicht vor dem 3. Jahrhundert unſerer Zeitrechnung geſchrieben ſind, allgemein dem Democrit von Abdera zu und verlegte ſo ihre Abfaſſung in das 5. Jahrhundert vor Chriſtus; die Schriften eines gewiſſen Ariſtoteles, die, wie aus einigen von ihnen ſelbſt deutlich erhellt, im 11. Jahrhundert n. Chr. geſchrieben ſind, galten vielen als Reliquien des Stagiriten; ebenſo kommt Plato in die Reihe der Alchemiſten. Von einem Oſthanes hat man einen Brief über die Alchemie, an Petaſios gerichtet, einen armeniſchen König. An denſelben hatte auch Olympiodoros, von Theben in Aegypten, der in der erſten Hälfte des 5. Jahrhunderts zu Alexandria lebte, ein Sendſchreiben gleichen Inhalts gerichtet, welches uns noch erhalten iſt. Jener Oſthanes iſt ſomit ſeiner Zeit nach ziemlich beſtimmt, aber doch wurde die obige Schrift von den Alchemiſten gewöhnlich einem älteren Oſthanes beigelegt, da Plinius eines Magiers

Angebliches hohes Alter der Alchemie.

dieſes Namens, der im Gefolge des Xerxes, und eines gleichnamigen ſpäteren, der unter Alexander dem Großen gelebt habe, erwähnt. Die Werke einer gewiſſen Maria, welcher Name in alchemiſtiſcher Beziehung von ihrer Zeit nach bekannten Schriftſtellern zuerſt bei Georgios Syncellos um 800 eine Erwähnung findet, wurden Moſes' Schweſter Mirjam beigelegt, und fanden unter dem Titel: Excerpta ex interlocutione Mariae prophetissae, sororis Moysis et Aaronis, habita cum aliquo philosopho dicto Aros, de excellentissimo opere trium horarum, willige Käufer, die ſich indeß doch gewundert haben müſſen, Moſes' Schweſter über die Philoſophie der Stoiker aburtheilen zu hören.

Haben die Alten Alchemie getrieben?

Solche Angaben über alchemiſtiſche Bemühungen vor dem Anfange unſerer Zeitrechnung und in den erſten Jahrhunderten derſelben werden von jeder genaueren Unterſuchung als unzuläſſig zurückgewieſen; geſchweige denn, daß man annehmen dürfte, zu dieſer Zeit ſei die Kunſt der Metallverwandlung wirklich ausgeübt worden. Was die Nachrichten angeht, welche über derartige Beſtrebungen bei den Chineſen ſchon in weit entfernter Zeit ſprechen, ſo iſt darauf wenig Gewicht zu legen, ſofern Nichts von den Abendländern getrieben wurde, was nicht die früheren Forſcher über die Chineſen bei dieſen als etwas lange Bekanntes auffanden. So berichten frühere Miſſionäre, welchen in China ſelbſt die dortigen geſchichtlichen Denkmäler zur Benutzung vorlagen, daß bereits 633 v. Chr. dort ein Alchemiſt Li-Lio-Kim exiſtirt habe; ein anderer will für die Zeit 2500 v. Chr. einen gewiſſen Hiang-Ti Alchemie treiben laſſen u. ſ. w. — Aus welcher Zeit einige chineſiſche Schriften, welche alchemiſtiſchen Inhalts ſind, ſtammen, iſt nicht ausgemacht. Jedenfalls übte das, was die Chineſen wußten oder wollten, keinen Einfluß auf Förderung oder Verbreitung der Alchemie aus. — Für bekanntere Länder läßt es ſich mit Beſtimmtheit nachweiſen, daß um die Zeit des Anfangs unſerer Zeitrechnung dort in der Alchemie noch gar nicht, viel weniger mit Erfolg, gearbeitet wurde. Kein Schriftſteller jener Zeit gedenkt eines ſolchen Strebens, und die Stellen, welche hierfür zu ſprechen ſcheinen, ſind mißverſtanden. Hätten die Aegypter die Kunſt der Goldfabrikation ſchon früh gekannt, ſo hätten ſie nicht von Staatswegen arme Bergwerke mit ſolcher Mühe bebaut, wie uns dies Diodor auf die Autorität des Agarthides von Knidos ſchildert, und dieſe Schlußfolgerung wird nicht durch die Erzählung des viel neueren Suidas (aus dem 11. Jahrhundert) aufgehoben, der in ſeinem Lexicon unter dem Artikel

Digitized by Google

χημεία angiebt, Diocletian habe bei ſeiner Eroberung des empörten Aegyptens (296 n. Chr.) die von den Vorfahren der Rebellen geſchriebenen Bücher über die Chemie, d. h. über die künſtliche Darſtellung des Goldes und Silbers, aufſuchen und verbrennen laſſen, um den Einwohnern die Mittel zu einem nochmaligen Aufſtande zu entreißen; wenn gleich Viele aus dieſer Stelle einen Beweis für das höhere Alter der Alchemie entnehmen zu können glaubten. — Bei den Griechen findet ſich ebenfalls vor dem 4. Jahrhundert kein haltbarer Beweis für die Exiſtenz alchemiſtiſcher Richtung. Plinius erzählt zwar, Kallias habe zu Athen aus Silber durch Zinnober Gold machen wollen, allein dieſe Stelle ſteht ganz vereinzelt als Beweis da, und die Sache ſelbſt verhielt ſich anders, wie uns Theophraſt, der dem Plinius um drei Jahrhunderte vorherging und ſein Gewährsmann iſt, berichtet. Nach dieſem vermuthete ein gewiſſer Kallias, der bei den Silberbergwerken angeſtellt war, im zinnoberführenden Sande Gold, ſeines Glanzes halber, und bei den Verſuchen dies zu erhalten, erhielt er durch Schlämmen den ſchönen Farbeſtoff. Suidas erzählt zwar auch wieder unter dem Artikel δέρας, das goldne Vließ ſei ein Fell geweſen, worauf das Geheimniß der Goldmacherei niedergeſchrieben geweſen ſei, und der Argonautenzug habe nur die Erbeutung dieſer alchemiſtiſchen Schrift zur Abſicht gehabt; aber dies Zeugniß wiegt offenbar nichts. — Was von der Alchemie der Römer gefabelt wurde, hielt ebenſo wenig Stich; Caligula war kein Alchemiſt, weil Plinius von ihm erzählt, die Goldbegier habe ihn verleitet, große Maſſen Auripigment ausſchmelzen zu laſſen, wobei man Gold, aber zu wenig, als daß es die Koſten gedeckt hätte, erlangt habe, ſondern es war dies nur ein metallurgiſcher Verſuch; und was Unverſtändige aus den Redensarten aurum facere, aurum conficere u. a. haben ſchließen wollen, beweiſt ebenſowenig die Exiſtenz alchemiſtiſcher Beſtrebungen bei den Römern.

Haben die Alten Alchemie getrieben?

Zuerſt finden ſich dieſe erwähnt bei den ſpäteren Griechen, und die erſten unverwerflichen Zeugniſſe dafür datiren aus dem 4. Jahrhundert unſerer Zeitrechnung. Gleichzeitig mit der Sache wird da der Name genannt, ohne daß angezeigt wird, ob die erſtere früher exiſtirt habe, als der letztere. Dürftig nur iſt die erſte Nachricht, die wir darüber haben; den Namen der Sache nennt Julius Maternus Firmicus (um 340) in der oben (Seite 4) angeführten Stelle. — Nicht des Namens, wohl aber der Sache gedenkt The-

Hiſtoriſch nachweisbarer Urſprung der Alchemie.

Hiſtoriſch nachweisbarer Urſprung der Alchemie.

miſtios Euphrades, ein griechiſcher Redner, der um 360 lebte, und von der Verwandlung des Kupfers in Silber und des Silbers in Gold als bekannten Dingen ſpricht. Inwiefern zu jener Zeit indeß manchmal noch Vergoldung und Verſilberung mit Umwandlung in edle Metalle verwechſelt worden ſein mag, iſt nicht mehr zu entſcheiden; wahrſcheinlich iſt es, daß die Hervorbringung von gold- und ſilberfarbigen Metallgemiſchen den erſten Anlaß dazu bot, an eine künſtliche Darſtellung der edlen Metalle zu glauben, und daß dann die eigentliche Alchemie entſtand in dem Beſtreben, nicht allein die Farbe, ſondern auch die anderen Eigenſchaften der edlen Metalle jenen Kunſtproducten zu eigen zu machen.

Ich habe eben die erſten Schriftſteller angeführt, bei welchen ſich die Alchemie dem Namen und der Sache nach erwähnt findet; die genannten ſind indeß nicht ſelbſt Alchemiſten; auch ſprechen ſie von dieſer Kunſt nur im Vorbeigehen. Eigentliche alchemiſtiſche Schriftſteller ſind uns von dem Ende des 4. Jahrhunderts an bekannt, und die erſten umſchlingt alle ein gemeinſames Band; ſie ſtehen nämlich ſämmtlich mit der Hochſchule zu Alexandria, dem letzten Zufluchtsorte der ägyptiſchen geheimen Wiſſenſchaften, in Verbindung. Ich habe bereits im I Theile (S. 41) bei der Einleitung zu dem Zeitalter der Alchemie beſprochen, inwiefern man Urſache hat, Aegypten nicht bloß als den Hauptſitz der Alchemie zu dieſer Zeit, ſondern auch als den Urſprungsort derſelben anzuſehen; ſicher iſt, daß in Alexandrien von 400 bis zur Zerſtörung der dortigen Akademie (642) Alchemie eifrig betrieben wurde.

Der angebliche Democrit.

Das älteſte alchemiſtiſche Werk, deſſen wir hier zu erwähnen haben, iſt der Zeit ſeiner Abfaſſung nach nicht genau beſtimmt; es ſind dies die ſchon erwähnten *φυσικὰ καὶ μυστικὰ* eines angeblichen Democrit's. Von dieſem Buche iſt dem größeren Publikum nur eine lateiniſche Ueberſetzung (aus dem 16. Jahrhundert) bekannt geworden, nach welcher denn auch eine deutſche ausgearbeitet wurde; der griechiſche Text ſelbſt, von welchem die Pariſer, die Leidner und die Wiener Bibliothek Handſchriften bewahren, iſt noch nicht edirt. Die *φυσικὰ καὶ μυστικὰ* ſind ſeit 400 etwa bekannt; die Alexandriniſchen Gelehrten jener Zeit erwähnen ihrer, und einer derſelben, der ſogleich zu beſprechende Syneſius, verfaßte damals ſchon einen Commentar über dieſelben. Schon zu jener Zeit wußte man nichts Genaueres über den eigentlichen Verfaſſer dieſer Schrift, wie daraus hervorgeht, daß man ſie für ein Werk des Democrit's von Abdera hielt, eine Annahme, welcher wichtige Gegengründe entgegenſtehen. Weder findet ſich

eine dieſem Buche entſprechende Angabe in den Mittheilungen, welche uns Diogenes Laertios um 200 n. Chr. über die Schriften des Abderiten gemacht hat, noch endlich ſtimmt, nach Salmaſius' Zeugniß, die Sprache darin zu der Annahme eines ſo frühen Urſprungs. Wir können hiernach die Abfaſſung der φυσικὰ καὶ μυστικὰ nicht vor das dritte Jahrhundert ſetzen. Das Werk übrigens, ſo weit es uns bekannt iſt, verdient Beachtung hauptſächlich als erſtes ausführliches Document der Alchemie; ſein Inhalt iſt unverſtändlich, da die Terminologie der Begriffe wie die Nomenclatur der zu den verſchiedenen Proceſſen verwandten Subſtanzen eine uns ganz fremdartige, meiſt nicht zu enträthſelnde iſt.

Der Commentator dieſes Pſeudodemocrits, Syneſius, iſt der erſte Syneſius. alchemiſtiſche Schriftſteller, über deſſen perſönliche Verhältniſſe wir ſichrere Nachrichten haben. Er lebte um 400, ſtudirte zu Alexandria, nahm das Chriſtenthum an und wurde 410 Biſchof zu Ptolemais. Sein Commentar hat für die Geſchichte der Chemie hauptſächlich deßhalb Intereſſe, weil ſich darin zuerſt der Proceß der Deſtillation genau beſchrieben findet. Sonſt iſt auch dieſe Schrift uns nicht verſtändlich, da ſeine Nomenclatur zwar die des Pſeudodemocrits iſt (was auch dafür zu ſprechen ſcheint, daß er von dieſem nur durch einen kurzen Zeitraum getrennt iſt), aber für uns keine Verſtändlichkeit hat.

An Syneſius ſchließt ſich eine Reihe von Alchemiſten an, deren Zoſimus. Schriften meiſt noch nicht edirt ſind, und über welche deßhalb jedes Urtheil erſchwert iſt. Ich nenne zunächſt hier nur Zoſimus, der von ſeinem Geburtsorte Chammis oder Panopolis in der ägyptiſchen Thebais gewöhnlich den Beinamen des Panopoliten oder des Alten von Panopolis trägt; in welcher Zeit er gelebt habe, iſt nicht mit genügender Gewißheit ermittelt; mit vieler Wahrſcheinlichkeit läßt ſich die erſte Hälfte des 5. Jahrhunderts dafür annehmen, Andere jedoch wollen ihn in das Ende des 3. oder den Anfang des 4. Jahrhunderts ſetzen, was irrig zu ſein ſcheint, da er, einer der berühmteſten Alchemiſten, von Syneſius noch nicht gekannt und erwähnt iſt. Man hat von ihm Schriften περὶ ὀργάνων καὶ καμίνων (über chemiſche Geräthſchaften und Oefen), περὶ τῆς ἁγίας τέχνης, περὶ τῆς χημείας u. a. — Um dieſe Zeit wird der Metallverwandlung auch ſchon oft von anderen Schriftſtellern erwähnt, welche nicht ſelbſt Alchemiſten ſind. So ſagt z. B. der Neuplatoniker Aeneas Gazäos, welcher um 490 lebte, in ſeinem Werke: Theophrastus de immortalitate animae, von

Zoſimus. welchem uns eine lateiniſche Ueberſetzung aufbehalten iſt: Qui materiae habent peritiam, argentum et stannum capiunt, ac, priore specie abolita, in aurum pulcherrimum conficiunt. — Es zeigt dies, wie der Begriff der Transmutation immer bekannter wurde.

Aus dem 6. Jahrhundert ſind uns gleichfalls mehrere Namen von Alchemiſten zugekommen. Nach dem, was von ihren Schriften bekannt geworden iſt, ſind ſie mehr Abſchreiber und Commentatoren des Zoſimus, Syneſius und anderer früherer, als ſelbſtſtändige Forſcher. Aus dem Anfange des 7. iſt Stephanos Alexandrinos zu nennen, der um 615 zu Alexandrien lebte und *περὶ χρυσοποιΐας πράξεις ἕννεα* (neun Ausführungen von der Goldbereitung) ſchrieb.

Anſichten der Alchemiſten bis zum 7. Jahrhundert. Um die Mitte des 7. Jahrhunderts tritt für die Alchemie ein Wendepunkt ein, da ein anderes Volk zu dieſer Zeit damit bekannt wird, welches ſich dann durch alchemiſtiſche Beſtrebungen in hohem Grade auszeichnet. Blicken wir zurück, was bis dahin die Alchemie eigentlich umfaßt, ſo können wir aus den dunklen Angaben der bisherigen Schriftſteller, die ihre Anſichten oft in die Form von Träumen und Viſionen einkleiden, Folgendes entnehmen. Sie halten es für möglich, daß unedle Metalle in edle verwandelt werden können; in der Schrift des Pſeudodemocrit's wird von einem Pulver geſprochen, was auf Silber geworfen dieſes in Gold verwandele, und von einem andern, welches Kupfer in Silber umändere, und Zoſimus ſpricht davon, wie ſchön es ſei, die Verwandlung der Metalle in einander zu kennen, wie ſich nämlich Blei, Kupfer, Zinn und Silber in vollkommnes Gold verwandeln. (*Κάλλιστον δέ ἔστιν εἰδέναι τῶν τεσσάρων μετάλλων τὰς μεταβολὰς, ἤγουν τοῦ μολύβδου, τοῦ χαλκοῦ, τοῦ κασσιτέρου, τοῦ ἀργύρου, ἵνα γένωνται τέλειος χρύσος.*) Ueber die Art, die Verwandlung zu bewerkſtelligen, ſind ſie faſt unverſtändlich; was ſich hin und wieder deutlicher angegeben findet, werde ich weiter unten anzuführen beſſere Gelegenheit haben; im Allgemeinen laſſen ſie mehr errathen, als ſie ſich darüber ausſprechen, daß ſie die Metallverwandlung ſelbſt ausüben konnten. — Uebrigens ſcheint bei ihnen noch die Metallverwandlung hauptſächlich in einer Umänderung der Farbe beſtanden zu haben; Galmei (der das Kupfer gelb) und Arſenik (der es weiß färbt) werden oft als Mittel erwähnt, die Transmutation zu bewerkſtelligen; bei Pelagius, einem Alchemiſten, welcher wahrſcheinlich kurz nach Zoſimus gelebt hat, heißt die Alchemie auch *ἡ βαφικὴ τέχνη* (die Färbekunſt); wie denn überhaupt *ἡ βαφή* nicht bloß das Färben, ſondern auch

Anſichten der Alchemiſten bis zum 7. Jahrhundert.

die Veränderung eines Metalls, namentlich die Umwandlung des weichen Stahls in harten, bedeutete. Auf der Anſicht, daß Metallverwandlung hauptſächlich in Färbung beſtehe, und daß das Färben der Metalle ähnlich wie das anderer Stoffe bewerkſtelligt werden könne, ſcheint auch Syneſius' Rath zu beruhen, das Innere des Metalls wiederholt herauszukehren, und ſich nicht mit oberflächlicher Färbung zu begnügen. — Von dieſer Anſicht ſtammt übrigens auch der eine Name her, welchen dann das Mittel, die unedlen Metalle in edle zu verwandeln (der Stein der Weiſen) ſtets behielt: Tinctur. — Ueberhaupt bildet die Wahrnehmung, daß gewiſſe Stoffe die Farbe eines Metalls umändern, die Grundlage des ganzen Glaubens an Alchemie; aus der Analogie ſchloß man, wie man Kupfer goldgelb und ſilberweiß färben könne, ſo auch andere Metalle; wie man die Farbe verwandeln könne, ſo auch die übrigen Eigenſchaften. In dieſer Art entwickelte ſich höchſt wahrſcheinlich der Begriff einer vollſtändigen Metallverwandlung.

Verbreitung der Alchemie zu den Arabern.

Mit der Eroberung Aegyptens durch die Araber (640) beginnt ein neuer Abſchnitt für die Alchemie. So wenig auch dies Volk bei ſeinem erſten Auftreten zu wiſſenſchaftlicher Thätigkeit geneigt war, ſo entwickelte ſich doch bald bei ihm Intereſſe für die Forſchungen, welche in den unterjochten Ländern bisher betrieben worden waren. Mathematik, Aſtronomie und Alchemie waren hauptſächlich die Wiſſenſchaften, welche die Araber ſich aneigneten und beim Fortſchreiten ihrer Eroberungen auf andere Länder übertrugen.

Die bedeutenderen Alchemiſten der Araber habe ich bereits in dem I. Theile S. 51 — 58 beſprochen, und verweiſe dahin. Dort finden ſich ihre Anſichten mitgetheilt, und was einige Specialitäten noch angeht, ſo werde ich dieſe in dem Folgenden gehörigen Orts anführen. Hier haben wir hauptſächlich feſtzuhalten, daß bei den Arabern Verwandlung eines Metalls nur hinſichtlich der Farbe für ungenügend und trügeriſch angeſehen wird; vollkommene Verwandlung eines Metalls in das andere, nach allen Eigenſchaften, wird verlangt und für möglich gehalten. Dieſe Verwandlung erſcheint aber mehr nur als wiſſenſchaftliches Problem, deſſen Löſung ſich die arabiſchen Alchemiſten zu nähern verſuchen; bei den bedeutenderen wenigſtens wird nie die Metallverwandlung als durch eigene Erfahrung erkannt beſchrieben.

Verbreitung der Alchemie zu den Abendländern.

Bis zum 9. Jahrhundert ſind die Griechen, beſonders aber die Alexandriner und die Araber, die einzigen Nationen, bei welchen wir Alchemie finden,

Verbreitung der Alchemie zu den Abendländern.

denn auch bei den erſteren dauerte dieſe Richtung noch nach der Zeit fort, wo ſie den Arabern mitgetheilt worden war. Die Araber ihrerſeits machten wieder andere Nationen damit bekannt. Die erſte wahrſcheinliche Angabe über Alchemie unter den Abendländern führt in das 9. Jahrhundert. Zwar wird uns ſchon aus dem 6. Jahrhundert der bekannte Merlin in England als Alchemiſt angeführt, aber die Zeugniſſe für dieſe Kunſt des geſchickten Zauberers laſſen ſich nicht weiter zurück verfolgen, als bis in das 16. Jahrhundert, und die Männer, welche ſie hier ablegen, ſcheinen es nur auf die Ueberzeugung hin zu thun, daß ein Zauberer auch nothwendig Gold machen können muß. — Glaubwürdiger erſcheint die Angabe, daß Haimo, welcher als Biſchof von Halberſtadt 853 ſtarb, ein Anhänger der Alchemie geweſen ſei. Es war dieſer von Geburt ein Angelſachſe, ein Verwandter Beda's und Schüler Alcuin's, welchen letzteren er zur Vervollkommnung ſeiner Gelehrſamkeit nach Tours begleitete. Nicht unwahrſcheinlich iſt es, daß ſich zu ſeiner Zeit ſchon der Glaube an die Metallverwandlung aus Spanien nach Frankreich mitgetheilt hatte, und daß Haimo ſo zu Tours vielleicht in die Beſtrebungen der Alchemiſten eingeweiht worden ſei. Sichere Entſcheidung darüber iſt nicht zu hoffen; alchemiſtiſche Schriften, die ſeinen Namen tragen, kommen in alten Kloſterbibliotheken vor; nur wenige ſind gedruckt. — Als ein anderer früherer Alchemiſt wird noch Hortulanus genannt, auch unter dem Namen Garlandus; er wird nach England in's 11. Jahrhundert geſetzt; von ihm her datirt ſich die Kenntniß über die tabula smaragdina des Hermes.

Ueber ſolche einzelne Vorläufer der Alchemie im nordweſtlichen Europa ſind uns im Ganzen nur unſichere Nachrichten bekannt. Die byzantiniſchen Alchemiſten ſcheinen nur geringen Einfluß auf dieſe Gegenden ausgeübt zu haben; denn obgleich in Griechenland die Alchemie immer noch blühte (wie denn z. B. der auch ſonſt bekannte Michael Pſellus [geboren 1020, Lehrer des Kaiſers Michael Ducas, geſtorben 1110] eifriger Alchemiſt war und auch als Schriftſteller darin noch lange in einigem Anſehen ſtand), gewann ſie bis zu 1200 etwa in Frankreich, Deutſchland und England nur einzelne Anhänger. Die Kreuzzüge (von 1096 an) haben auf die Verbreitung der Alchemie keinen fördernden Einfluß gehabt. (Vergl. Bd. I. S. 59.) Zahlreicher wurden die Anhänger der Alchemie erſt, als der wiſſenſchaftliche Verkehr zwiſchen dem arabiſchen Spanien und den übrigen Ländern Europa's lebhafter wurde, als Wißbegierige aller Länder die arabiſchen Hochſchulen

beſuchten, und die dort geſammelten Kenntniſſe in ihrem Vaterlande weiter ausbreiteten. So ſehen wir im 13. Jahrhundert Alchemiſten aus arabiſcher Schule in Spanien, Frankreich, Deutſchland und England und gleichzeitig liefern uns dieſe Länder Männer, die zur Hebung der alchemiſtiſchen Richtung durch zuverſichtlicheres Auftreten, als dies je vorher der Fall geweſen war, weſentlich beitragen. In Spanien erhob ſich Raymundus Lullus, in Frankreich Arnold Villanovanus, in Deutſchland Albertus Magnus, in England Roger Baco, ſämmtlich um 1250 etwa ihre größte Wirkſamkeit entfaltend. Das Nähere über ſie iſt uns ſchon aus dem I. Theile bekannt, und ich brauche hier nicht nochmals darauf einzugehen. Alle ſtimmen darin überein, die Metallveredlung nicht allein für möglich, ſondern für ausgemacht zu erklären; ſie angeblich aus eigener Anſchauung zu beſchreiben und mit der größten Zuverſicht über die Bereitung des Mittels, Metallverwandlungen zu bewerkſtelligen, zu ſprechen; was ſie nur für möglich halten konnten, beſchreiben ſie als Thatſache. Geheimnißvoll und unverſtändlich iſt das Meiſte, was ſie vortragen; ihre ſpecielleren Anſichten werde ich in dem Folgenden mehrfach Gelegenheit haben zu erwähnen. Verbreitung der Alchemie zu den Abendländern.

In dem 14. Jahrhundert iſt bereits die Alchemie über einen großen Theil der civiliſirten Welt verbreitet. Zwar wurde die Kunſt nicht mehr in Aegypten betrieben, und in Spanien minderte ſich der Einfluß der Araber immer mehr und damit auch ihre wiſſenſchaftliche Thätigkeit, aber an der Nordküſte von Afrika, wo ſie ſich feſthielten, arbeiteten ſie noch am Ende des 15. Jahrhunderts eifrig an der Darſtellung des Goldes aus unedlen Metallen (wie uns der gleichzeitige Leo Africanus berichtet), wenn auch keine Schriften von ihnen aus dieſer Zeit bekannt geworden ſind. — Die byzantiniſchen Griechen hörten erſt mit der vollſtändigen Eroberung ihres Landes durch die Türken (1453) auf, als eifrige Alchemiſten ſich bekannt zu machen; aber auch ſpäter noch arbeiteten dort einzelne im Stillen unverdroſſen fort. In Deutſchland, England, Spanien, Frankreich und Italien erreichte das Streben, das Geheimniß der Alchemie zu ergründen, bald eine ſolche Höhe, daß ſchon 1317 eine päpſtliche Bulle weiterer Ausbreitung durch Androhung ſchwerer Strafen ein Ziel zu ſetzen ſuchte. Wenig fruchtete dieſe indeß, und nur kurz war ihre Wirkung. Eine Menge Alchemiſten traten in dem 14. Jahrhundert offenkundig auf, unter welchen die bereits im I. Theile erwähnten Nicolaus Flamel in Frankreich, Iſaak und Johann Iſaak Hollandus in den Niederlanden ſich das größte Anſehen unter ihren Nachfolgern in der Verbreitung der Alchemie in dem 14. Jahrhundert.

Verbreitung der Alchemie im 15. Jahrhundert.

Alchemie und theilweiſe angeblich großen Reichthum erworben haben. Aus dem 15. Jahrhundert wurden die gleichfalls ſchon genannten Georg Ripley und Thomas Norton in England, Graf Bernhard von Trevigo in Italien als Meiſter in der Alchemie beſonders berühmt; und auch der ſie an chemiſchen Kenntniſſen ſicher, an Geſchicklichkeit in der Alchemie nach der Meinung der meiſten Anhänger dieſer Kunſt ebenfalls übertreffende Baſilius Valentinus iſt uns ſchon genauer bekannt. Alle dieſe ſprechen von der Umwandlung der unedlen Metalle in Gold und Silber als aus eigener Erfahrung. — Um die Mitte des 15. Jahrhunderts gewinnt die Alchemie noch mehr Land; ein polniſcher Mönch, Vincenz Koffsky, der 1488 zu Danzig ſtarb, iſt der erſte Alchemiſt ſarmatiſcher Nation.

Zuſtand der Alchemie im 16. Jahrhundert.

Im 16. Jahrhundert erhält die Chemie, welche bis dahin nur der Alchemie gedient hatte, eine neue Anwendung. Bis hierher waren alle Chemiker Alchemiſten; jetzt kommt die Chemie mit der Medicin in näheren Zuſammenhang, und die Chemie ſelbſt in die Hände und Pflege der Aerzte. Paracelſus bewirkte dieſe Veränderung, indem er zuerſt mit Keckheit die Medicin als angewandte Chemie betrachtete, vorſchnell und großſprecheriſch aus einzelnen Thatſachen allgemeine Behauptungen folgerte, und ein Syſtem andeutete, welches, in ſich unhaltbar, doch einen folgereichen Einfluß auf den Geſammtzuſtand der Medicin und Chemie ausübte. Paracelſus ſelbſt iſt in Bezug auf Alchemie, wie faſt immer, ſich widerſprechend, und ich habe ſeine hierher gehörigen Aeußerungen bereits (Thl. I. S. 97) angeführt. — Seine Nachfolger ſind in ihren Behauptungen conſequenter. Es tritt jetzt, wie wir dies ſchon in der allgemeinen Geſchichte kennen gelernt haben, die Verſchiedenheit von der früheren Zeit ein, daß die beſten Chemiker nicht mehr Alchemiſten von Profeſſion ſind, ſondern daß Chemiker und Alchemiſten ſich mehr und mehr von einander abſondern. Alle uns als die ausgezeichnetſten ſchon bekannt gewordenen Chemiker dieſer Zeit, Libavius noch im 16., van Helmont und Sylvius de le Boë in der erſten Hälfte des 17. Jahrhunderts, wie alle anderen, erkennen noch die Möglichkeit der Metallverwandlung an, einige aus eigener Anſchauung, andere aus theoretiſchen Gründen oder weil ihnen ſchon die hiſtoriſchen Beweiſe dafür genügen; aber keiner ſetzt ſich die Realiſirung zur höchſten Aufgabe, keiner ſagt, daß er wiſſe, wie die Verwandlung der unedlen Metalle in Gold oder Silber zu bewerkſtelligen ſei. Dafür ſchwärmen während dieſer Zeit eine Menge eigent-

licher Alchemiſten umher, die, ohne Chemiker zu ſein, ſich als Beſitzer des Geheimniſſes rühmen. Von ihnen ſpäter.

Zuſtand der Alchemie im 17. Jahrhundert.

In der Mitte des 17. Jahrhunderts tritt eine neue Epoche für die Chemie ein; Robert Boyle ſtellt ſie zuerſt als eine ſelbſtſtändige Wiſſenſchaft dar. In Bezug auf Alchemie ändert ſich hiermit wenig; Boyle ſelbſt ſcheint, ſo viel ſich aus ſeinen kargen Andeutungen entnehmen läßt, an die Möglichkeit der Metallverwandlung geglaubt zu haben; der bedeutendſte Chemiker, welchen wir für Deutſchland in jener Zeit kennen lernten, Kunkel, beſchäftigte ſich ſelbſt mit der Aufſuchung der Mittel, ſie zu bewerkſtelligen.

So ſind wir bis zum Jahre 1700 etwa gekommen. Ueber den ganzen Zeitraum von 700 bis dahin habe ich nur einen kurzen Ueberblick gegeben, theils weil wir vieles dahin Gehörige ſchon aus dem I. Theile kennen, theils weil uns die ſpecielleren Eigenthümlichkeiten gleich klarer noch vortreten werden. Halten wir zunächſt feſt, daß um 1700, ſo weit überhaupt die Civiliſation damals reicht, Alchemie betrieben wird, daß aber die eigentlichen Chemiker ſich mit ihr gar nicht oder nur wenig beſchäftigen, obgleich ſie das Princip, die Möglichkeit der Metallverwandlung, alle anerkennen. Die Alchemie iſt zu dieſer Zeit in ihren Begriffen zu einer ſolchen Conſolidation gelangt, daß es nunmehr zum deutlicheren Verſtändniß derſelben, und um zugleich über ihre Schickſale während der vorhergehenden Jahrhunderte zu berichten, beſſer erſcheint, die eigenthümlichen Anſichten einzeln zu betrachten, und dazu wollen wir übergehen.

Digitized by Google

II. Alchemiſtiſche Anſichten über den Stein der Weiſen.

Namen und Begriff der Alchemie.

Um 1700 iſt die Alchemie unter vielfachen Benennungen verbreitet. Aus den Benennungen ἅγια oder θεία τέχνη der Byzantiner (welche ſich ſeit Zoſimus oft gebraucht finden) iſt in alle Sprachen der Ausdruck die heilige Kunſt übergegangen. Die Benennung der Griechen indeß, χρυσοποιΐα, Goldmacherei (welche ſich ſeit Stephanus Alexandrinus um 615 findet), wurde in ſpäteren Zeiten, namentlich in Deutſchland, nur im mißbilligenden Sinne gebraucht. Von ihrem Urſprunge hieß die Alchemie oft noch die hermetiſche oder ägyptiſche Kunſt, von ihrer Methode, welche Trennen (σπάειν) und Vereinigen (ἀγείρειν) iſt, die ſpagiriſche Kunſt. Der Ausdruck Kunſt oder Werk der Sonne (ars solis in der lateiniſchen Ueberſetzung des Syneſius, operatio solis in der tabula smaragdina) veraltete bald. Der Griechen Bezeichnung Chemie hatten die Araber ihren Artikel angehängt, und die Bezeichnung Alchemie ſtand um 1700 ſchon im Gegenſatz zu dem Worte Chemie, erſtere die Kunſt Metalle zu veredeln bezeichnend, letztere die Kenntniß von der Zuſammenſetzung im Allgemeinen ausdrückend. — Ganz allgemein wird aber auch die Alchemie als Philoſophie bezeichnet.

Die ſich mit ihr beſchäftigen, hießen im Allgemeinen Alchemiſten, Philoſophen, Spagiriker; man unterſchied als Adepten (adipisci, erlangen) diejenigen, welche das Geheimniß der Metallveredlung wirklich zu erforſchen gewußt haben und im Beſitze deſſelben ſind.

Betrachten wir nun die Anſichten der Alchemiſten über die Metallveredlung genauer.

Nach ihnen giebt es eine Subſtanz, welche, mit ſchmelzenden unedlen Metallen in Berührung gebracht, dieſe augenblicklich in Gold verwandelt. Die Darſtellung dieſer Subſtanz iſt Zweck und Aufgabe der Alchemie. Die Subſtanz ſelbſt heißt der Stein der Weiſen, eine Benennung, die ſeit dem 9. Jahrhundert mit einiger Wahrſcheinlichkeit, ſeit dem 11ten mit Gewißheit dafür in Gebrauch iſt. Sonſt heißt ſie auch das große Elixir (Elixir überhaupt ein durch Sieben [elixare] erhaltenes Product)[1], das große Magiſterium (Meiſterſtück), die rothe Tinctur (weil ſie die Farbe der unedlen Metalle in die des Goldes umändert, vergl. oben Seite 155). Die Medicin der dritten Ordnung nennt ſie Geber im 8. Jahrhundert.

Anſichten über den Stein der Weiſen.

Dieſe Subſtanz kann nach Anſicht der Alchemiſten in verſchiedener Stärke bereitet werden. Die Wirkungsart des Steins der Weiſen auf unedle Metalle iſt eine dynamiſche; es wird weit mehr Gold erzeugt, als die zur Verwandlung angewandte Maſſe des Steins der Weiſen beträgt. Je nach dem Grad der Augmentation, wie es die Alchemiſten nennen, d. h. der Steigerung der eigenthümlichen Kraft, kann Ein Gewichtstheil des Steins zwei bis einige Billionen Gewichtstheile unedles Metall in Gold verwandeln.

Ueber die Wirkung je nach dem Grade der Vollkommenheit.

Die Alchemiſten ſind nicht ganz darüber einig, durch welche Wirkungen ſich ein minderer Grad von Vollkommenheit des Steins der Weiſen kund thut. Einige nehmen an, in ſeiner größten Vollkommenheit dargeſtellt verwandle dieſer jedes unedle Metall in jedem Mengeverhältniß in Gold; in dieſem Zuſtande wird der Stein der Weiſen das Univerſal genannt; in minderer Vollkommenheit aber verwandle er nur Ein beſtimmtes unedles Metall, und von dieſem nur eine begrenzte Menge; im letzteren Falle heißt er ein Particular.

Andere aber verſichern, auf niederer Stufe der Vollkommenheit verwandle der Stein der Weiſen die unedlen Metalle nicht in Gold, ſondern in Silber. Wenigſtens iſt der Grad der Vollkommenheit der einzige innere Un-

[1]) Dieſe Ableitung ſcheint mir ungezwungener, als die von einigen Anderen gegebene, wonach Elixir aus dem Arabiſchen el-Kesir, was ſoviel als Eſſenz bedeute, entſtanden ſei. Doch iſt zu bemerken, daß Albertus Magnus im 13. Jahrhundert bereits ſagt: Die Tinctur, welche im Arabiſchen Elixir genannt wird; aber es heißt dies vielleicht nur ſoviel, daß der Ausdruck Elixir bei (in's Lateiniſche überſetzten) arabiſchen Schriftſtellern vorkommt.

Ueber die Wirkung des Steins der Weiſen je nach dem Grade der Vollkommenheit.

terſchied, welchen dieſe zwiſchen dem eben beſprochenen Stein der Weiſen und der andern Subſtanz anzugeben wiſſen, die ſie als weiße Tinctur, kleines Elixir oder kleines Magiſterium bezeichnen. Schon Syneſius ſpricht von dieſer zweifachen Verwandlungsart, in Gold nämlich oder in Silber; er bezeichnet dieſe Operationen als Werk der Sonne (des Goldes) und des Mondes (des Silbers), er nennt die erſtere ξάνθωσις (die Kunſt gelb zu färben), die letztere λεύκωσις (die Kunſt weiß zu färben). Spätere Alchemiſten ſprechen hauptſächlich von der Verwandlung in Gold; Geber im 8. Jahrhundert kennt nur Eine Medicin der dritten Ordnung, ob er gleich auch der Verwandlung in Silber, aber nur kurz, erwähnt. Er äußert ſich darüber in der Summa perfectionis magisterii: Est autem hujus tertii ordinis medicina duplex, scilicet solaris et lunaris, et tamen essentia una. Im 13. Jahrhundert ſagt Albertus Magnus in der Alchymia: Inveni esse possibilem transmutationem in Solem et Lunam. Roger Baco im Speculum alchymiae: Rubrum elixir citrinat in infinitum, ac omnia metalla transmutat in aurum. Album vero elixir dealbat. Arnold Villanovanus und Raymundus Lullus im 13. Jahrhundert, Paracelſus im 16., ſprechen hauptſächlich von der Verwandlung in Gold. Transmutationsgeſchichten in Silber kommen überhaupt ſehr wenig vor.

Aeußere Eigenſchaften des Steins der Weiſen.

Wir wollen uns nun zur Betrachtung der Eigenſchaften wenden, welche dem eigentlichen Stein der Weiſen, dem goldmachenden, beigelegt wurden. Vor dem 13. Jahrhundert wird er ſehr ſelten nur als aus eigener Anſchauung beſchrieben. Der angebliche Democrit ſpricht von einem rothen Pulver zur Darſtellung des Goldes, von einem weißen zur Umwandlung in Silber. Geber im 8. Jahrhundert giebt an, die Medicin der dritten Ordnung ſei vollkommen feuerbeſtändig, aber die Zulegung dieſer Eigenſchaft erſcheint bei ihm doch mehr als theoretiſche Folgerung, denn als eigene Wahrnehmung. Zuverſichtlicher beſchreiben ihn die Alchemiſten von 1200 an. Raymund Lull nennt ihn manchmal Carbunculus, mit welcher Andeutung ſeiner äußeren Eigenſchaften ſpätere Beſchreiber gut übereinſtimmen. Paracelſus im 16. Jahrhundert beſchreibt ihn als eine ſehr fixe Subſtanz, in Maſſe ſei er lebhaft roth wie Rubin und durchſichtig wie ein Kryſtall, er ſei biegſam wie Harz und doch zerbrechlich wie Glas; gepulvert gleiche er dem Safran. Auch van Helmont im 17. Jahrhundert beſchreibt ihn nach eigener Anſchauung als ein ſchweres Pulver von Safranfarbe; ſchim-

mernd wie nicht ganz feingeſtoßenes Glas. Dies ſind die bedeutendſten Gewährsmänner, welche über die äußeren Eigenſchaften des Steins der Weiſen Mittheilungen gemacht haben; Andere ſprechen von einem pfirſichblüthfarbenen Pulver, noch Andere wollen wahrgenommen haben, daß ſein Pulver grau ausſehe. Aeußere Eigenſchaften des Steins der Weiſen.

Wie die ſilbermachende Subſtanz ausſieht, darüber haben wir nur wenig Angaben, da ihrer überhaupt ſeltener erwähnt wird. Die ſie geſehen haben wollen, verſichern alle, daß ſie ein weißes glänzendes Pulver ſei.

Metallveredelnde Wirkung des Steins der Weiſen.

Der Stein der Weiſen nun hat die Eigenſchaft, unedle Metalle in Gold zu verwandeln. Wie die Verwandlung geſchieht, darüber äußern ſich die älteren Alchemiſten nicht. Die des 13. Jahrhunderts ſind wieder die erſten, die hier genauere Anweiſung geben. Man ſchmilzt das unedle Metall oder nimmt Queckſilber, und wirft dann den Stein der Weiſen darauf; dieſe Operation heißt bei den Alchemiſten die *Projection*. Im Augenblick derſelben wird die ganze Maſſe unedlen Metalls in Gold verwandelt; nach manchen Beſchreibungen indeß muß das Schmelzen noch fortgeſetzt werden, und die Verwandlung tritt erſt allmälig ein. In den Erzählungen über Metallverwandlungen wird auch oft ſehr genau geſchildert, wie z. B. ſchmelzendes Blei bei der Projection plötzlich hart wurde, obgleich der Hitzegrad derſelbe blieb, und wie man das Feuer verſtärken mußte, um das veränderte Metall wieder zum Schmelzen zu bringen.

Vervielfältigende Kraft.

Wieviel von dem Stein der Weiſen muß man aber aufwerfen, um ein gegebenes Gewicht unedlen Metalls zu veredlen? Darüber ſind die Angaben der Alchemiſten verſchieden; um ſo weniger bedarf es, ſagen ſie, je vollkommener die Subſtanz des Steins der Weiſen iſt; um ſo weniger, ſcheint es uns, wird als erforderlich angegeben, je exaltirter und frecher der Charakter jedes einzelnen Alchemiſten iſt.

Der Glaube an eine *vervielfältigende Kraft* des Steins der Weiſen, wie man ſeine Eigenſchaft, eine größere Quantität unedlen Metalls als ſeine eigene in Gold zu verwandeln, bezeichnet, iſt offenbar wieder aus der Meinung entſtanden, Aenderung der Farbe ſei ein Anfang zur Veränderung der Materie; weil eine kleine Menge des färbenden Stoffes hinreicht, einer viel größeren Quantität einer andern Subſtanz ihre Farbe mitzutheilen.

Der Erſte, welcher über die vervielfältigende Kraft beſtimmte Angaben mittheilt, iſt *Roger Baco*. Nach ihm verwandelt 1 Gewichtstheil des Steins

Digitized by Google

Vervielfältigende Kraft des Steins der Weiſen.

der Weiſen 1000 × 1000 Gewichtstheile unedles Metall. Beſcheidener giebt Arnold Villanovanus faſt gleichzeitig nur 100 Gewichtstheile an. Beide überbietet weit Raymundus Lullus, bei dem ſich zuerſt die Angabe findet, der Stein der Weiſen könne zu einer ſolchen Vollkommenheit gebracht werden, daß er unedle Metalle nicht allein in Gold umändert, ſondern daß er ſie noch höher veredelt, ſie ſich aſſimilirt und in den Stein der Weiſen verwandelt. »Nimm,« ſagt er in ſeinem Testamentum, »von der köſtlichen Medicin ſo groß wie eine Bohne. Wirf es auf 1000 Unzen Queckſilber, ſo wird dies von der Medicin in ein rothes Pulver verwandelt. Von dieſem giebt man eine Unze auf 1000 Unzen Queckſilber, ſo tritt die gleiche Verwandlung ein.« So wiederholt man die Operation noch zweimal; jede Unze des Products verwandelt 1000 Unzen Queckſilber in Tinctur. Von dem Product der vierten Projection ſoll man wieder 1 Unze auf 1000 Unzen Queckſilber werfen, ſo werde dies in Gold verwandelt, welches beſſer ſei als das aus den Bergwerken. — Das iſt eine Verwandlung von einigen Tauſend Billionen Gewichtstheilen unedlen Metalls in Gold, durch Wirkung von Einem Gewichtstheil der urſprünglichen Tinctur. Nach ſolchen Verſicherungen kann man keine Verwandlung mehr wunderbar finden, was die Menge des verwandelten Metalls betrifft, und Lull's Ausruf: Mare tingerem (wollte ich in Gold verwandeln), si Mercurius esset, erſcheint gar nicht mehr übertrieben.

Geſtehen wir indeß, daß Lull der einzige Alchemiſt iſt, der ſich in ſolchen Behauptungen gefällt. Alle anderen ſind beſcheidener in ihren Verſicherungen. In dem 14. Jahrhundert ſpricht J. J. Hollandus nur von 1000 × 1000 Theilen Blei oder Silber, die durch Einen Theil der Tinctur ſich in Gold verwandeln laſſen, in dem 15. bringt es zwar der Graf Bernhard von Trevigo wieder bis zu 10 × 1000 × 1000, aber die ſpäteren geben immer nur verhältnißmäßig geringe Verwandlungskraft an. Baſilius Valentinus um 1500 will 10 bis 30 Theile unedlen Metalls durch 1 Theil des Steins in Gold verwandelt haben; 1618 van Helmont 19000; Kunkel in der 2. Hälfte des 17. Jahrh. ſpricht von nur 2 Theilen; der letzte anerkannte Adept, James Price in England 1782, wollte eine Tinctur gehabt haben, welche ihr 30 bis 60faches Gewicht Queckſilber in Gold verwandelte.

Beweiſe für die Metallverwandlung.

Worauf aber gründet ſich die Fähigkeit des Steins der Weiſen, ſolche Umwandlungen zu bewirken, und worauf gründet ſich der Glaube der Alche-

miſten an dieſe Eigenſchaft im Allgemeinen? Denn auch nach ihrer Meinung war es nur Wenigen vergönnt, in das Geheimniß einzudringen und ſich durch Autopſie von der Richtigkeit der Sache zu überzeugen. Beweiſe für die Metallverwandlung.

Der Glaube an die Möglichkeit der Metallveredlung entſtand höchſt wahrſcheinlich, wie ſchon oben S. 155 hervorgehoben wurde, dadurch, daß man Legirungen darſtellte, welche die Farbe des Goldes oder Silbers hatten. In den entfernteren Zeiten, wo die Prüfungsmethoden noch höchſt unvollkommen waren, glaubte man vielleicht ſchon hiermit wirklich Gold oder Silber erlangt zu haben. Zink giebt dem Kupfer eine goldgelbe, Arſenik eine ſilberweiße Farbe. Dieſe Erfahrungen haben höchſt wahrſcheinlich den Grund zu allen alchemiſtiſchen Beſtrebungen gelegt; die Alchemiſten früherer Zeit betrachteten ſie als wirkliche Verwandlungen. So ſagt Geber im 8. Jahrhundert, das Kupfer ſtehe in der Mitte zwiſchen Gold und Silber und laſſe ſich ebenſo leicht in das eine wie in das andere verwandeln, und meint mit Cadmia (einem Zinkerz) und Arſenik den Anfang einer Verwandlung zu bewerkſtelligen. So auch giebt der heilige Thomas von Aquino im 13. Jahrhundert an, um Kupfer in Silber zu verwandeln, ſolle man das erſtere mit Arſenik weiß färben und es mit der Hälfte ſeines Gewichts Silber zuſammenſchmelzen. Hier wird noch ſtets Veränderung der Farbe als Veränderung der Materie, als anfangende Verwandlung, betrachtet.

Mit der Zunahme chemiſcher Kenntniſſe mußte man indeß bald den Unterſchied zwiſchen Legirungen von der Farbe des Goldes oder Silbers und dieſen Metallen ſelbſt erkennen, und nun begann das Streben, nicht allein die Farbe ſondern auch alle ſonſtigen Eigenſchaften eines Metalls zu denen eines andern zu machen. Begreiflich mußte ein ſolches Verfahren um ſo leichter erſcheinen, je ähnlicher ſich bereits die beiden Metalle, das gegebene und das hervorzubringende, in ihren Eigenſchaften ſind. In Bezug hierauf ſagt Albertus Magnus im 13. Jahrhundert, aus dem Silber entſtehe leichter Gold als aus jedem andern Metalle, denn in ihm brauche man nur Farbe und Gewicht abzuändern, und das geſchehe ohne Mühe.

Der Glaube an die Möglichkeit einer ſolchen Verwandlung ſtützte ſich beſonders auf die Anſicht, daß die Metalle zuſammengeſetzt ſeien, ſo nämlich, daß ſie alle aus denſelben Beſtandtheilen in verſchiedenen Proportionen und von verſchiedener Reinheit beſtehen. Ich habe über dieſe Theorie ſchon im I. Theile (S. 44 ff.) berichtet; erinnern wir uns, daß man ſeit Geber als Theoretiſche Beweiſe.

Theoretiſche Beweiſe für die Metallverwandlung.

Beſtandtheile der Metalle einmal das Princip der Malleabilität und des Metallglanzes anſah, welches man mit dem Namen Queckſilber bezeichnete, und ſodann das Princip der Veränderlichkeit und namentlich der Verbrennlichkeit, dem der Schwefel als der verbrennlichſte Körper ſeinen Namen lieh. Empiriſche Beweiſe für dieſe Zuſammenſetzung glaubte man gleichfalls zu haben, z. B. daß Queckſilber mit Blei vereinigt wahres Zinn gebe u. ſ. w., wie ich dies ſchon bei der Schilderung von Geber's Anſichten (Thl. I. S. 55) erwähnt habe und in der Geſchichte der Anſichten über die Metalle noch ausführlicher angeben werde. Wenn nun, ſo ſchloß man, edle Metalle ſich von Gold nur dadurch unterſcheiden, daß in ihnen zu viel Queckſilber oder Schwefel enthalten iſt, ſo muß es ein Mittel geben, den Ueberſchuß des einen Beſtandtheils über die Zuſammenſetzung des Goldes zu entfernen. Dieſe Theorie war für die damalige Zeit gar nicht unvernünftig; die Alchemiſten betrachteten den Stein der Weiſen als ein Ferment, ſie verglichen geradezu die Wirkung deſſelben mit der des Sauerteigs (dieſe ſchöne, oft vorkommende Vergleichung finde ich zuerſt bei dem Hortulanus im 11. Jahrhundert); durch eine Art Gährung wird eine Umſetzung der Beſtandtheile der unedlen Metalle, eine Abſcheidung des, im Vergleich zu der Zuſammenſetzung des Goldes, im Ueberfluß vorhandenen Beſtandtheils, und ſo die Entſtehung dieſes edlen Metalls bewirkt.

Empiriſche Beweiſe.

Sodann auch fanden die Alchemiſten Beweiſe für die Metallverwandlung in anderen Thatſachen, die vollkommen richtig waren, aber auch wieder von ihnen falſch interpretirt wurden. Die Scheidekunſt ſtand in den erſten Zeiten der Alchemie, und noch bis zu 1600, auf einer ſehr niedrigen Stufe; kleine Mengen eines Metalls in Erzen nachzuweiſen, war der Mehrzahl der Chemiker unmöglich; daß ein Metall in einer ſalzartigen Verbindung, in einer Form, die auf keinen Metallgehalt ſchließen läßt, ſchon ganz gebildet ſeiner Natur nach enthalten ſei, wurde erſt im Anfange des 17. Jahrhunderts genauer erkannt. Darauf gründete ſich nun eine Menge von Beweiſen für die angeblich künſtliche Hervorbringung von Metallen. Geber erzählt ſchon, daß der Sand gewiſſer Flüſſe die Eigenſchaft habe, Kupfer in Gold zu verwandeln; kleine Kupferſtücke der Einwirkung dieſes Sandes, des fließenden Waſſers und der Sonne ausgeſetzt, verwandelten ſich in Gold. Die wahre Sache iſt hier augenſcheinlich, daß ſich das Kupfer dabei oxydirt und ſeinen Metallglanz verliert, der im Flußſande enthaltene Goldſtaub aber durch das

Empiriſche Beweiſe für die Metallverwandlung.

wiederholte Waſchen (Schlämmen) ſichtbar wird. — In dem blauen Vitriole vermutheten nur wenige Chemiker bis zu 1600 einen Gehalt an Kupfer, und von dem 15. Jahrhundert an finden wir die Fällung des Kupfers aus einer Vitriollöſung durch metalliſches Eiſen als einen Beweis für die Verwandlung des Eiſens in Kupfer angeführt. Paracelſus und Libavius im 16., der bekannte Wittenbergiſche Arzt Daniel Sennert im 17. Jahrhundert führen das Factum in dieſer Beziehung gläubig an. — Zu Ende des 17. Jahrhunderts glaubte Becher Sand in Eiſen verwandeln zu können, da er aus rothem (eiſenhaltendem) Lehm, wenn er ihn mit Oel getränkt glühte, Körner bekam, die dem Magnet folgten. — Endlich gab man noch viele Proceſſe an, wodurch jeder ſich ſelbſt von der Möglichkeit, unedle Metalle in edle zu verwandeln, überzeugen konnte; es beruhten auch dieſe darauf, daß Subſtanzen mit in Arbeit genommen wurden, die immer oder meiſt einen kleinen, nicht leicht wahrnehmbaren Gehalt, an edlen Metallen haben. Schon einer der eifrigſten Alchemiſten des 15. Jahrhunderts, Baſilius Valentinus, machte darauf aufmerkſam, daß faſt alles käufliche Blei einen Gehalt an Silber hat, daß das Mannsfeldiſche Kupfer gleichfalls ſtets Silber und das ungariſche Silber ſtets Gold enthält, wenngleich in ſehr geringer Menge. Zu ſeiner Zeit bereits gab es Alchemiſten, welche dieſe Subſtanzen bei ihren Arbeiten benutzten, und die kleine Menge abgeſchiedenen edlen Metalls für die Wirkung einer anfangenden Verwandlung hielten. Beiſpiele, wo Unwiſſenheit in der analytiſchen Chemie zur Stütze alchemiſtiſcher Anſichten wurde, gab es bis in die neuere Zeit. Der berühmte franzöſiſche Chemiker Homberg glaubte 1709 Silber, das von allem Gold gereinigt war, in Gold umwandeln zu können, indem er es mit Spießglanz ſchmolz; das aus dieſer Behandlung erhaltene Silber zeigte immer einen deutlichen, wenn auch kleinen, Goldgehalt. Viele Chemiker wiederholten dieſe Verſuche mit gleichem Erfolg, bis endlich entdeckt wurde, daß faſt alles natürlich vorkommende Spießglanz einen geringen Gehalt an Gold hat, welches ſich dann bei der chemiſchen Behandlung mit dem Silber vereinigte. Noch 1783 kam ein ähnlicher Fall vor. Ein Apotheker Cappel zu Copenhagen gab an, daß durch Behandlung von chemiſch reinem Silber mit Arſenik dieſes theilweiſe in Gold verwandelt werde. Unter den Chemikern, welche die Sache beſtätigt fanden, nenne ich hier nur den berühmten Guyton de Morveau, welcher 1786 ſich gleichfalls für die Richtigkeit der Angabe ausſprach. Die Alchemiſten jubelten ob ihres Sieges, denn zu jener

Digitized by Google

Empiriſche Beweiſe für die Metallverwandlung.

Zeit wurde die Möglichkeit ihrer Kunſt ſchon ſehr bezweifelt, aber die Freude hatte bald ein Ende, als der öſterreichiſche Bergrath von Born 1787 fand, daß man bei Anwendung von Salzburger Arſenik, der damals im Handel vorzugsweiſe verbreitet war, allerdings güldiſches Silber erhält, aber nicht mit böhmiſchem Arſenik; aus dem Grunde, weil in dem letzteren nicht wie in dem erſteren ein kleiner Goldgehalt verborgen iſt. So ſtellten ſich viele Particulartransmutationen als Folgen der Unwiſſenheit in der Chemie oder der Nachläſſigkeit in der Prüfung der angewandten Materialien heraus. — Geſchicktere Chemiker hatten noch andere empiriſche Beweiſe. So z. B. gründete ſich Kunkel's Ueberzeugung von der Möglichkeit der Metallverwandlung hauptſächlich auf Verſuche über die Abänderung der Farbe des Goldes, je nach dem Erhitzen mit verſchiedenen Subſtanzen. Seine Anſicht, wie ſie ſich hiernach feſtſtellte, ſprach er in ſeinem Laboratorium chymicum aus. Durch Erhitzen mit Salmiak erhöhte er die Farbe des Goldes bis zum Rothgelben, durch Schmelzen mit Borax machte er daſſelbe Gold ganz bleich. Dies zeigt nach Kunkel ganz unwiderleglich, daß eine Veränderung in der Miſchung des Goldes ſtattgefunden habe, alſo eine anfangende Metallverwandlung.

Hiſtoriſche Beweiſe.

Ihrerzeit galten alle ſolche Erſcheinungen, auch die oben beſprochenen, ſich auf Unkenntniß in der chemiſchen Analyſe gründenden, als Zeugniſſe für die Richtigkeit der Alchemie. Es wurde dieſe noch weiter erhärtet durch die hiſtoriſchen Beweiſe für Verwandlungen in großem Maßſtabe, die man in Menge anzuführen wußte. Von der großen Menge von Transmutationen, die mehr oder weniger den Anſchein von Glaubhaftigkeit haben, will ich nur einige der merkwürdigſten aus neuerer Zeit mittheilen.

Diejenige Autorität, welche unter allen Alchemiſten am gewichtigſten für die Möglichkeit der Transmutation ſpricht, iſt van Helmont. Als Arzt und Chemiker ausgezeichnet, ſtand er überdieß im beſten Rufe einer oft ſehr weit getriebenen Gewiſſenhaftigkeit. Er beſchreibt in mehreren ſeiner Schriften die Verwandlung von Queckſilber in Gold mittelſt einer kleinen Menge des Steins der Weiſen. Van Helmont arbeitete nicht ſelbſt an der Darſtellung dieſer Subſtanz, aber er erhielt mehrmals von unbekannt gebliebenen Alchemiſten kleine Proben davon. 1618 namentlich wurde ihm ¼ Gran von dem koſtbaren Körper zugeſtellt; hiermit verwandelte er 8 Unzen Queckſilber in vollkommen reines Gold. Dieſes Factum erzählt er zu wiederholten

Hiſtoriſche Beweiſe für die Metallverwandlung.

Malen; die Geſchichte dieſer Metallverwandlung iſt eine der merkwürdigſten, über die uns Mittheilungen gemacht ſind; es iſt ſchwer einzuſehen, wie van Helmont ſich täuſchen konnnte, da er ein guter Chemiker war; wie ein Betrug geſchehen konnte, da in ſeinem Hauſe, ohne Beiſein des Alchemiſten, von welchem die Subſtanz herrührte, die Operation geſchah. Es gehört dies Factum zu denen, wie ſich in der Geſchichte der Wiſſenſchaften mehrere finden, wo es Einem faſt ebenſo ſchwer wird, die Möglichkeit einer Täuſchung anzunehmen, als an die Wahrheit der Sache ſelbſt zu glauben.

Van Helmont iſt der berühmteſte Chemiker, welcher ſich für die Exiſtenz des Steins der Weiſen ausgeſprochen hat und dem dabei eine gewiſſe Unbefangenheit zuzutrauen iſt. Von der oben erzählten Verwandlung des Mercurs in Gold war er ſo erbaut, daß er den ihm eben geborenen Sohn mit dem heidniſchen Namen Mercurius taufen ließ; dieſer Franciscus Mercurius van Helmont ſuchte auch ſeinem Namen Ehre zu machen, forſchte ſein Leben lang nach dem Steine der Weiſen und ſtarb als eifriger Alchemiſt 1699 zu Berlin.

Von anderen Transmutationsgeſchichten will ich noch eine ausführlicher erzählen.

Dr. Helvetius war um die Mitte des 17. Jahrhunderts Leibarzt des Prinzen von Oranien, ein gelehrter Mediciner, der in hohem Rufe der Rechtlichkeit und Aufrichtigkeit ſtarb. Er glaubte nicht an die alchemiſtiſchen Künſte, und zeigte ſich in mehreren Schriften als ihr bitterer Widerſacher. Plötzlich trat er 1667 als der eifrigſte Vertheidiger derſelben auf, wie er erzählt, auf folgende Art überzeugt.

Ihn beſuchte 1666 in ſeiner Wohnung im Haag ein Fremder, der ein Geſpräch über die Alchemie und den Stein der Weiſen mit ihm anknüpfte. Helvetius ſprach ſeine Zweifel aus; der Fremde ſuchte ihn zu widerlegen, und um ſeinen Worten mehr Nachdruck zu geben, zeigte er ihm die fragliche Subſtanz. Helvetius betrachtete ſich die Sache genau; wie er den Stein in Händen hatte, ſuchte er mit dem Nagel ſeine Härte zu erproben, und ſiehe, es gelang ihm, ein Stückchen davon abzulöſen. Er bat den Fremden ſehr, ihm eine Metallverwandlung zu zeigen; dieſer lehnte die Bitte ab, mit dem Verſprechen, in drei Wochen wiederzukommen und es dann zu thun. Als der Fremde fort war, verſuchte Helvetius mit der kleinen Menge des Steins, die ihm an dem Nagel hängen geblieben war, einen Verſuch zu machen; er warf es auf ſchmelzendes Blei, aber ohne allen Erfolg.

Hiſtoriſche Beweiſe für die Metallverwandlung.

Nach drei Wochen kam der Fremde wieder, und da geſtand ihm Helvetius die Entwendung und die Fruchtloſigkeit des Verſuchs. Der Fremde meinte, Helvetius habe beſſer zu ſtehlen als Gebrauch davon zu machen gewußt, und ſchob die Schuld darauf, daß er nicht die Subſtanz in Wachs gehüllt auf das Metall geworfen habe, um ſie vor den Dämpfen des Bleies zu ſchützen. Nach vielen Bitten gab er dem Arzt ein Stückchen des Steins, von der Größe eines Rübſamenkorns; Helvetius meinte, es ſei dies zu wenig, um einen Verſuch machen zu können, aber der Fremde meinte ſeinerſeits nun, es ſei noch zu viel, theilte die Gabe, und ließ dem Arzt die Hälfte zurück. Er entfernte ſich mit dem Verſprechen, des andern Tages wiederkommen zu wollen und bei dem Verſuche gegenwärtig zu ſein.

Er kehrte indeß nicht wieder. Als der Abend kam, konnte Frau Helvetius, welcher ihr Mann die Sache erzählt hatte, ihre Ungeduld nicht länger bezähmen. Sie drang in ihn, einen Verſuch zu machen. In Gegenwart ſeiner Frau und ſeines Sohnes ſchmolz Helvetius nun 6 Drachmen Blei, warf den Stein in Wachs gehüllt darauf, ließ noch eine Viertelſtunde ſchmelzen, und goß dann das Metall aus. Es war das reinſte Gold; der Münzwardein im Haag und mehrere Goldarbeiter prüften es — es verhielt ſich nicht anders.

Helvetius machte dieſen Vorfall 1667 in einer eigenen Schrift bekannt, welche den Titel hat: Vitulus aureus quem mundus adorat et orat. Noch vor der Herausgabe dieſes Buches indeß bekümmerten ſich Viele um dieſe Transmutation; intereſſant iſt namentlich der Antheil, welchen der berühmte Benedict Spinoza daran genommen hat. Dieſer, der ſonſt nicht zu den Leichtgläubigen gehörte, erkundigte ſich genau nach allen Umſtänden, und ſprach brieflich ſeine Ueberzeugung aus, daß auch für ihn dieſe Transmutation vollkommen überzeugend ſei.

Solche Erzählungen — und mehrere ähnliche werde ich noch im Verlauf dieſes Abſchnittes zu berichten haben — verfehlten nicht, die Gläubigen in der Alchemie in ihren Anſichten und Beſtrebungen zu beſtärken und manchen Zweifler ihr zuzuwenden. Es liegt nicht im Plan dieſer Arbeit, alle Geſchichten hier zu erzählen, wo Ort, Zeit und Zeugen genannt ſind, wie die Inhaber des großen Geheimniſſes hin und wieder an öffentlichen Orten, wenn an der Möglichkeit der Transmutation gezweifelt wurde, für ſechs Kreuzer Blei holen und ein Kohlenbecken ſammt Tiegel herbeiſchaffen ließen, das Blei in Gold verwandelten, es den erſtaunten Zuſchauern zum Pfand ihrer Ehr-

lichkeit daließen und ſpurlos verſchwanden. Die Alchemiſten ſammelten ſie ſorgfältig, es waren ihnen Lichtpunkte in der Nacht ihres Strebens. Mit Vergnügen erzählten ſie den Vorfall, welcher dem Profeſſor der Philoſophie Martini (geſtorben 1621) zu Helmſtedt begegnete. Dieſer, ein eifriger Feind der Alchemie, zog in allen ſeinen Vorleſungen, wo ſich Gelegenheit bot, gegen dieſelbe los, und ſuchte alle Gründe zu widerlegen, welche die Anhänger der hermetiſchen Kunſt für die Richtigkeit der Metallverwandlung anführten. Aber beſchämt mußte er ſchweigen, als einmal ein fremder Edelmann, der gerade hoſpitirte, ihn höflichſt unterbrach und aus Gründen der Erfahrung zu opponiren ſich erbot, eine Kohlenpfanne, einen Tiegel und Blei ſich ausbat, das letztere ſogleich in Gold verwandelte und es dem erſtaunten Profeſſor mit den Worten hinreichte: Solve mihi hunc syllogismum! Hiſtoriſche Beweiſe für die Metallverwandlung.

Endlich führten die Alchemiſten als Jedermann zugänglichen Beweis die Münzen an, welche aus alchemiſtiſchem Gold und Silber geſchlagen worden waren, und den Stempel ihres Urſprungs trugen. Es ſind dieſe ſo zahlreich, daß beſondere Bücher über ſie geſchrieben wurden; ich erwähne hier nur einiger. Da waren die Roſenobel, wozu Raymund Lull im 13. Jahrhundert das Gold gemacht hatte; da waren die däniſchen Ducaten von 1647, wozu ſich König Chriſtian IV. von ſeinem Leibalchemiſten Caspar Harbach das Material hatte verfertigen laſſen, und welche die Aufſchrift trugen: Vide mira Domi (ni), und viele andere. — Kaiſer Ferdinand III. erhielt 1648 zu Prag von einem gewiſſen Richthauſen einen Gran rothes Pulver, womit in des Kaiſers Gegenwart der Oberbergmeiſter Graf von Ruß dritthalb Pfund Queckſilber in feines Gold verwandelte, woraus man Eine große Medaille prägte, welche den Sonnengott darſtellt, Mercur's Schlangenſtab haltend und deſſen Flügelſchuhe tragend (um die Entſtehung des Goldes aus dem Queckſilber anzudeuten), und die Umſchrift hat: Divina Metamorphosis exhibita Pragae XV. Jan. Anni MDCXLVIII. in Praesentia Sac. Caes. Majest. Ferdinandi Tertii. Auf der Rückſeite: Raris haec ut hominibus est ars, ita raro in lucem prodit. Laudetur Deus in aeternum, qui partem suae infinitae potentiae nobis suis abjectissimis creaturis communicat. Sie ſoll noch 1797, wie J. F. Gmelin berichtet, ſich in der Schatzkammer zu Wien befunden haben. — Derſelbe Alchemiſtiſche Münzen.

Alchemiſtiſche Münzen.

Kaiſer machte 1650 noch eine Projection auf Blei; die aus dem erhaltenen Golde geprägte Medaille trägt die Inſchrift:

Aurea progenies plumbo prognata parente,

und wurde noch im vorigen Jahrhundert in der Münzſammlung auf dem kaiſerlichen Schloß Ambras in Tyrol gezeigt. — Von einigen ſolcher Münzen wurde entdeckt, daß das Metall nicht probehaltig war, ſo z. B. von den Ducaten, die Kaiſer Leopold I. 1675 aus angeblichem Gold ſchlagen ließ, was ihm ein Auguſtinermönch Wenzel Seyler aus Zinn darſtellte, und welche die Inſchrift tragen:

Aus Wenzel Seylers Pulvers Macht
Bin ich von Zinn zu Gold gemacht.

Andere aber bewährten ſich; darunter gehören z. B. aus neuerer Zeit noch darmſtädtiſche. Landgraf Ernſt Ludwig von Heſſen-Darmſtadt war ein Freund der Alchemie, und verwendete viel darauf, ohne zum Ziele zu kommen. Da erhielt er 1717 von unbekannter Hand ein Päckchen mit rother und weißer Tinctur, nebſt Anweiſung, ſie zu gebrauchen, und dem guten Rathe, eigenes Forſchen einzuſtellen. Von dem Golde, welches er damit aus Blei darſtellte, wurden Ducaten geprägt, die keine Inſchrift in Bezug auf ihre Entſtehung tragen; aus dem Silber aber ſind die heſſiſchen Speciesthaler von 1717 geſchlagen, auf welchen ſteht: Sic Deo placuit in tribulationibus. — So erzählen die Alchemiſten.

Juriſtiſche Ueberzeugung von der Metallverwandlung.

Nach ſolchen Beweiſen zweifelten Viele nicht an der Richtigkeit der hermetiſchen Kunſt, und in der juriſtiſchen Praxis wurde ihre Wahrhaftigkeit unbezweifelt angenommen. Im 12.—16. Jahrhundert gab noch der Stein der Weiſen zu juriſtiſchen Streitigkeiten Anlaß, die ſich beſonders darum drehten, ob alchemiſtiſch dargeſtelltes Gold, wenn es durch die Probirkunſt von gewöhnlichem nicht unterſchieden werden könne, letzterem an Werth gleichzuſtellen ſei, oder für letzteres ausgegeben werden dürfe; eine Frage, welche zu bejahen Viele damals Anſtand nahmen, weil es nicht ausgemacht ſei, ob das juriſtiſche Gold auch die geheimen Kräfte des natürlichen habe. Später wurde dieſer Umſtand nicht weiter berückſichtigt, aber der juriſtiſche Glauben an die Exiſtenz des Steins der Weiſen ſtand feſt. So z. B. erhielt der Schneidermeiſter Chriſtoph Kirchhof von Lauban in der Oberlauſitz 1668 von der Canzlei zu Breslau einen Wappenbrief mit einer ſilbernen Bulle, zu ſeiner Legitimation und zur Belohnung, »dafür, daß er

Juriſtiſche Ueberzeugung von der Metallverwandlung.

nicht allein denjenigen Lapillum oder Stein an das Licht gebracht, ſondern auch noch dazu vermittelſt göttlicher Hülfe und ſcharfes Nachſinnen, vornehmlich aber durch ſein ſtetiges und unverdroſſenes Laboriren, den Spiritum universalem von ſich ſelbſt erfunden.“ Ein Oeſterreicher, J. F. von Rain, deducirte 1680, daß die Zweifler an der Exiſtenz des Steins der Weiſen ſich des Verbrechens der Majeſtätsbeleidigung ſchuldig machen; weil nämlich mehrere Kaiſer ſelbſt die eifrigſten Alchemiſten waren. Die Leipziger Rechtsgelehrten haben mehrmals ihre Ueberzeugung von der Exiſtenz des Steins der Weiſen klar ausgeſprochen. Im Jahre 1580 fällten ſie ein Urtheil gegen David Beuther, Leibalchemiſten des Kurfürſten Auguſt von Sachſen. Dieſer ſollte zufällig in den Beſitz einiger Beſchreibungen gekommen ſein, wie Particulartransmutationen anzuſtellen ſeien, und die Ausarbeitung derſelben mit Hülfe einiger Anderer verſucht haben, welchen er eidlich zuſagte, nach Entdeckung des Geheimniſſes es ihnen mitzutheilen. Er habe aber nicht Wort gehalten, wohl aber ſeines Dienſtes bei dem Kurfürſten nur nachläſſig gewartet. Das Leipziger Urtheil beſagte, Beuther ſei der Kenntniß des Steins der Weiſen für überwieſen zu erachten; er ſolle darum peinlich befragt werden, wegen ſeiner Untreue gegen den Kurfürſten ſei er zur Staupe zu ſchlagen, wegen ſeines Meineids gegen ſeine Genoſſen habe er zwei Finger zu verlieren, und ſchließlich ſei er zum Wohl des Landes, damit das Geheimniß nicht anderen Potentaten bekannt werde, gefangen zu halten. — Noch im Jahre 1725 gab dieſelbe Juriſtenfacultät ein Gutachten ab, wobei es ſich um Silber, das in Gold verwandelt worden war, handelte. Die Gräfin Anne Sophie von Erbach hatte auf ihrem Schloſſe Frankenſtein einem als Wilddieb verfolgten Flüchtling Schutz gewährt; zum Dank verwandelte dieſer, welcher ein Adept war, der Gräfin ſämmtliches Silbergeſchirr in Gold. Ihr Gemahl, Graf Friedrich Carl, nahm davon die Hälfte in Anſpruch, weil der Zuwachs des Werthes auf ſeinem Gebiete und in der Ehe erworben worden ſei. Die Leipziger Rechtsgelehrten gaben ihm Unrecht: weil das ſtreitige Object vor der Verwandlung als Eigenthum der Gräfin anerkannt worden ſei, müſſe es auch nach der Verwandlung ihr Eigenthum bleiben.

Alchemiſtiſch erlangte Reichthümer.

War durch alle dieſe Umſtände den Meiſten vom 12.—17. Jahrhundert die Wahrheit der Alchemie wahrſcheinlich gemacht, ſo ließ Habſucht viele Alchemiſten die wenigen Zweifel, die ſich ihnen etwa noch aufdringen

Alchemiſtiſch erlangte Reichthümer.

konnten, völlig überſehen. Durch nichts aber konnte die Habſucht mehr gereizt werden, als durch die großen Reichthümer, welche nach der Geſchichte der Alchemie den wahren Adepten ſtets zu Gebote ſtanden. Während die älteren griechiſchen Alchemiſten nur überhaupt davon reden, daß dem Beſitzer des Steins der Weiſen Armuth ſtets fern bleibe, was ſehr glaublich iſt, liefert die Geſchichte der Alchemie unter den Abendländern viel detaillirtere Angaben. Raymundus Lullus ſoll im 13. Jahrhundert den König Eduard III. von England zu einem Kreuzzuge aufgefordert, und um ihm die Mittel dazu an die Hand zu geben, ihm das Gold zu 6 Millionen Roſenobel gefertigt haben; der König aber brach ſein Wort und verwendete das Geld für den Krieg gegen Frankreich. Beſonderen Reichthum mit der hermetiſchen Kunſt erwarb ſich, wie die Alchemiſten verſichern, der Franzoſe Nicolaus Flamel im 14. Jahrhundert. Dieſer war 1330 zu Pontoiſe geboren; er lebte zu Paris als Abſchreiber. Im Jahre 1357 erwarb er um geringen Preis eine Handſchrift auf Baumrinde, die zu entziffern er ſich während 21 Jahren vergeblich abmühte. Er reiſte nach Spanien, wo er in St. Jago de Compoſtella einen gelehrten Arzt fand, der ihm die Schrift verdeutlichte. Sie war von einem Juden Abraham an ſeine Glaubensgenoſſen gerichtet, und lehrte die Bereitung des Steins der Weiſen. Der ſpaniſche Arzt und Flamel brachen zuſammen nach Frankreich auf, um in Gemeinſchaft das große Werk auszuführen. Auf der Reiſe aber erkrankte der erſtere und ſtarb. Flamel machte ſich nun nach ſeiner Rückkehr, von ſeiner Gattin unterſtützt, an das Werk, und 1382 konnte er wirklich Queckſilber in Gold oder in Silber nach Belieben verwandeln. Den erhaltenen Reichthum verwendete er zu frommen Zwecken; 14 Hoſpitäler ſtiftete er, drei Kapellen baute er von Grund auf, und erneuerte ſieben Kirchen, die er reich dotirte. Noch 1742 wurden einige von ihm geſtiftete Almoſen in Paris vertheilt. Sein Todesjahr iſt ungewiß.

Flamel's Geſchichte hat zu vielen Unterſuchungen Anlaß gegeben, woher ſein Vermögen eigentlich ſtammte. Der Gelehrte Naudäus behauptete 1649, er habe es ſich durch Wucher, namentlich in der Zeit der allgemeinen Judenverfolgungen erworben; doch kam zu Flamel's Zeit keine Hauptverfolgung der Juden vor. Naudäus' Unterſuchung kam auch ſehr ſpät; ſchon zu Flamel's Lebzeiten war auf Geheiß des Königs eine ſolche vom Parlament zu Paris eingeleitet worden, deren Reſultat indeß nie bekannt wurde.

Alchemiſtiſch erlangte Reichthümer.

Noch viele andere Alchemiſten haben ſich angeblich durch ihre Kunſt große Reichthümer erworben. Der Engländer Georg Ripley im 15. Jahrhundert ſoll den Johanniterrittern, als dieſe 1460 auf Rhodus von den Türken bedrängt wurden, mit ſeiner Kunſt beigeſtanden, und ihnen nach und nach 100,000 Pfund, nach Einigen Gold, nach Anderen Sterling, als die Ausbeute ſeiner hermetiſchen Arbeiten zugeſchickt haben. Um 1500 ſoll auch der Franzoſe Hieronymus Crinot gelebt haben, von welchem die Alchemiſten verſichern, er habe ſich mit dem Stein der Weiſen ein unglaubliches Vermögen erworben und daſſelbe zur Stiftung von dreizehnhundert Kirchen verwendet. Wünſchenswerth wären hier genauere Angaben, wo dieſe ſtehen und wer ſie gezählt hat; allein ſie fehlen. Die 84 Centner Gold und 60 Centner Silber, welche man 1612 in dem Nachlaß des Kaiſers Rudolph II. zu Prag fand, die ſiebzehn Millionen Reichsthaler, welche Kurfürſt Auguſt von Sachſen 1586 hinterließ, wurden gleichfalls als Ergebniſſe der hermetiſchen Kunſt angeſehen, welche dieſe Herren beſonders beſchützten und bei deren Ausübung ſie ſelbſt Hand anzulegen geruhten.

Bei ſolchen Reſultaten, welche aus dem Beſitz des Steins der Weiſen hervorgingen, war der Wunſch nach Erlangung deſſelben wohl erklärlich. Aber die Wirkſamkeit dieſer Subſtanz beſchränkt ſich nicht auf die Verwandlung der unedlen Metalle in edle; ſie erſtreckt ſich noch auf andere, höchſt merkwürdige Erſcheinungen.

Ueber die gewichtvermehrende Kraft des Steins der Weiſen.

Ich zähle hierher die von einigen ſpäteren Alchemiſten angegebene Gewichtsvermehrung, welche durch den Stein der Weiſen hervorgebracht werden ſoll, daß z. B. Ein Gran des Steins, auf 3 Loth Queckſilber projicirt, 5 Loth Gold hervorbringt. Dieſe Wirkung, die als ſchlechterdings unmöglich angeſehen werden muß, wenngleich einige Vertheidiger der Alchemie dieſe Vermehrung der Schwere mit der Verſtärkung der magnetiſchen Kraft vergleichen, wird erſt in neueren Zeiten erwähnt; ſie begleitet nur wenige Beiſpiele von Transmutationen, welche uns die Geſchichte der Alchemie aufbewahrt hat, aber ſonderbarer Weiſe darunter gerade ſolche, denen die Alchemiſten, welchen in dieſen Sachen ſogenannter hiſtoriſcher Beweis genügt, große Glaubwürdigkeit zugeſtehen.

Faſt alle Metalle haben ein geringeres ſpecifiſches Gewicht als Gold; werden ſie alſo in dieſes verwandelt, ſo muß entweder bei gleichbleibendem Gewicht das Volum abnehmen, oder bei gleichbleibendem Volum das Ge-

Ueber die gewichtvermehrende Kraft des Steins der Weiſen.

wicht zunehmen. — Daß das Erſtere ſtattfinde, wird in mehreren Transmutationsgeſchichten ausdrücklich erwähnt. So z. B. ſagt van Helmont bei der Beſchreibung, wie er Queckſilber in Gold verwandelt habe: das flüſſige Metall habe ſich nach der Projection in einen Klumpen zuſammengezogen (resedit instar offae ſind ſeine Worte). So zeigen auch Münzen, welche urſprünglich aus Silber beſtanden, aber auf der einen Seite durch alchemiſtiſche Mittel in Gold verwandelt worden ſein ſollen, auf dieſer letzteren eine poröſe Oberfläche, angeblich auch wegen der Verdichtung des Silbers zu Gold. — Das Entgegengeſetzte, wo das abſolute Gewicht zunahm, ſoll nach der Verſicherung der Alchemiſten in Transmutationen, wie die folgende, vorgekommen ſein.

Im Jahre 1750 conditionirte in der Officin des Franke'ſchen Waiſenhauſes zu Halle ein Apotheker, Namens Reuſſing, deſſen Charakter überall als unverdächtig, deſſen Kenntniſſe in der Chemie als genügend geſchildert werden. Ihn gewinnt ein Fremder lieb, der ſich damals in Halle aufhielt, die Apotheke manchmal beſuchte und ſich mit ihm über chemiſche Gegenſtände unterhielt. Von dieſem zum Beſuch eingeladen, folgt Reuſſing der Aufforderung, und erhält von dem Fremden einige Stäubchen eines grauen Pulvers zum Geſchenk, ſoviel als an der inneren Höhlung eines Löffelchens von der Größe eines Ohrlöffels von ſelbſt hängen bleibt. Dieſe Stäubchen wiſcht der Fremde mit etwas Baumwolle ab, wickelt dieſe in Papier, und giebt es dem Apotheker, mit der Anweiſung, es auf ſchmelzendes Silber zu werfen. Reuſſing thut es; in dem Laboratorium der Waiſenhausapotheke, einem Ort, wohin kein Fremder kommen konnte, ſchmilzt er einen ſilbernen Löffel von 2½ Loth Gewicht und wirft das Papier darauf. Er läßt noch fortſchmelzen, gießt dann ſein Metall aus, und findet, daß er nun 3 Loth reines Gold hat. Er ſucht den Adepten auf, allein dieſer hatte ſich von Halle bereits entfernt. Er geht zu einem Goldarbeiter, welcher das Product kunſtgemäß prüft, es für reines Gold erklärt und um den gewöhnlichen Preis ankauft. — Dieſe Geſchichte wurde 1774 von Reuſſing's Schwiegerſohne, dem Kriegs- und Domainenrath Dr. von Leyſſer, Berg- und Salinendirector zu Halle, mitgetheilt, der ſich in den Naturwiſſenſchaften rühmlich bekannt gemacht hat.

Andere Erzählungen klingen verdächtiger, und werden von den Anhängern der Alchemie ſelbſt als nicht ganz ſtichhaltig angeſehen. So z. B. zog im Anfange des 18. Jahrhunderts ein gewiſſer Baron von Dierbach

Ueber die gewichtvermehrende Kraft des Steins der Weiſen.

herum, der früher Oberſtlieutenant in polniſchen Dienſten geweſen war, und von einem Unbekannten eine Portion des Steins der Weiſen erhalten haben wollte. Dieſe verwandelte glühendes Silber in Gold, und zwar gab $^1/_{10}$ Gran der geheimnißvollen Subſtanz mit 60 Gran Silber 72 Gran Gold, wie der däniſche Canzleirath Dippel († 1734) erzählt, auf deſſen Zeugniß aber ſehr wenig zu geben iſt, da er ſelbſt einer der verblendeteſten Alchemiſten ſeiner Zeit war. — Von ſonſtigen Beiſpielen einer ſolchen Gewichtszunahme erwähne ich hier noch der Transmutationen, welche 1761 zu Coblenz vorkamen. Ein Alchemiſt Johann Georg Stahl, aus dem Naſſauiſchen gebürtig, der in der Umgegend unter anderen Namen ſchon durch ſeine Metallverwandlungen vieles Aufſehen erregt hatte, kam zu dem Kur-Trier'ſchen Münzdirector zu Coblenz, Hofrath v. Meidinger, und machte in ſeiner Gegenwart und im Beiſein mehrerer anderer Münzbeamten folgende Verſuche. 167 Loth Kupfer wurden geſchmolzen, und $7^1/_2$ Loth eines grauen Pulvers darauf gegeben; das ausgegoſſene Metall wog $232^1/_2$ Loth, worin nach kunſtgemäßer Unterſuchung $65^1/_2$ Loth Silber waren. Ein anderes Mal behandelte Stahl 25 Pfund Kupfer mit 2 Pfd. ſeines Pulvers; man erhielt 48 Pfund 8 Loth Metall, worin 23 Pfund 8 Loth Silber befunden wurden. Bei allen dieſen Projectionen änderte ſich alſo das Gewicht und die Natur des unedlen Metalls nicht; die verhältnißmäßig kleine Menge Steins der Weiſen ſchuf in Berührung mit dem unedlen Metall das Silber gewiſſermaßen aus Nichts. — Eine Aufklärung dieſer unglaublichen Geſchichten wurde nicht erlangt; das zur Projection gebrauchte Pulver unterſuchte Meidinger, dem es gelungen war, eine Probe davon zu erhalten, aber er fand darin nichts Metalliſches. Stahl wurde von dem Kurfürſten von Trier zur Silberfabrication engagirt, ergab ſich aber einem wüſten Leben, und wollte ſein Geheimniß nicht verrathen. Er wurde verhaftet und mit der Folter bedroht, allein ehe es zur Ausführung der peinlichen Inquiſition kam, entfloh er ſammt den Wächtern, die zu ſeiner Aufſicht beſtellt waren.

Die Eigenſchaft des Steins der Weiſen, eine abſolute Gewichtsvermehrung zu bewirken, wiegbare Materie aus Nichts zu ſchaffen, kommt, wie geſagt, erſt in den ſpäteren Zeiten der Alchemie vor. Wenden wir uns nun zu einer andern gleich wunderbaren Eigenſchaft, die in den früheren Zeiten die Köpfe der Alchemiſten verdreht hat. Es iſt dies die Eigenſchaft des Steins

Medicinische Eigenſchaften des Steins der Weiſen.

als Univerſalmedicin, daß er, wie auf die unedlen Metalle veredlend, ſo auf den menſchlichen Körper heilend, ſtärkend und verjüngend einwirkt. In dieſem Sinne heißt er auch die große Panacee.

Der Glaube an dieſe Eigenſchaft findet ſich nicht vor dem 8. Jahrhundert; vielleicht beruht er auf einem Mißverſtändniß, auf einer wörtlichen Auffaſſung bildlicher Redensarten. Es wird dies ſehr wahrſcheinlich, wenn man unterſucht, wie ſich dieſer Irrglaube allmälig einſchleicht und befeſtigt, in welchem Sinne ſich bei den erſten Alchemiſten die Begriffe Krankheit und Heilung derſelben durch den Stein der Weiſen erwähnt finden. Bei den griechiſchen Alchemiſten vom 4. bis 8. Jahrhundert iſt von der Eigenſchaft des Steins der Weiſen als einer Univerſalmedicin noch nirgends die Rede, wohl aber findet man ſchon um 400 nach Chr. bei Syneſius in ſeinem Commentar zu des falſchen Democrit's Werken öfters Stellen, wie: »Verfährſt du richtig nach meiner Vorſchrift, ſo wirſt du glücklich ſein, und die böſe Krankheit, die Armuth, heilen.« Bei den Arabern vom 8. Jahrhundert an finden wir das Bild von Krankheit und Heilung anders angebracht. Bei ihnen heißen die unedlen Metalle kranke, welche man mittelſt des Steins der Weiſen, bei Geber der Medicin der dritten Ordnung, heilen, d. h. in edle verwandlen will. »Bringt mir die ſechs Ausſätzigen (Silber, Queckſilber, Kupfer, Eiſen, Blei, Zinn), daß ich ſie heile (in Gold verwandle),« ſagt z. B. Geber; und wahrſcheinlich hat er nur in dieſer Bedeutung von der Anwendung des Steins der Weiſen als Heilmittel geſprochen, und die einzige Stelle, aus der man das Gegentheil ſchließen könnte, wo er nämlich von ihm ſagt: est medicina laetificans et in juventute conservans, hat vielleicht dieſen Sinn erſt unter der Feder der lateiniſchen Ueberſetzer gefunden, zu deren Zeit der Glaube an die Univerſalmedicin allgemein anerkannt war. Denn ſchon im 13. Jahrhundert finden wir bei den chriſtlichen Alchemiſten des Abendlandes die figürlichen Redensarten der Byzantiner und Araber ganz wörtlich genommen und demgemäß weiter ausgeführt. Arnold Villanovanus und Raymundus Lullus überbieten ſich in Anpreiſungen der Heilkraft des Steins der Weiſen. Der Erſtere namentlich äußert ſich in ſeinem Rosarius ſehr beſtimmt: Sic enim habet virtutem efficacem super omnes alias medicorum medicinas, omnem sanandi infirmitatem, eo quod est occultae et subtilis naturae; conservat sanitatem, roborat firmitatem, et ex sene facit juvenem, et omnem eorum expellit aegritudinem. —

Medicinische Eigenschaften des Steins der Weiſen.

Haec medicina super omnes alias medicinas et mundi divitias est sane perquirenda. Anbei giebt er an, daß der Stein der Weiſen einem Kranken innerlich gegeben zur Heilung um ſo längere Zeit, 1 Tag bis 12 Tage, brauche, je länger ſchon die Krankheit, 1 Monat bis 1 Jahr, gedauert habe. Raymund Lull verſichert, er ſei wieder ganz jung und munter geworden, als er in hohem Alter ſich der Panacee bedient habe; wir werden gleich ſehen, worauf dieſe Wirkung wohl beruht haben mag. Aus dem 14. Jahrhundert ſpricht beſonders Johann Iſaac Hollandus in ſeinem Opus Saturni als bedeutende alchemiſtiſche Autorität für die Heilkraft des Steins der Weiſen. Ein Weizenkorn groß von demſelben ſoll in Wein gelegt werden, und dieſen der Kranke trinken; die Wirkung des Steins werde zum Herzen bringen, und ſich auf alle Säfte verbreiten, der Kranke werde ſchwitzen, aber dabei nicht matter, ſondern immer ſtärker und luſtiger werden. Dieſe Gabe ſoll neun Tage lang wiederholt werden, wo es dem Menſchen dünken ſoll, er ſei kein Menſch mehr, ſondern ein Geiſt, ſo leicht und luftig ſeien ihm alle ſeine Glieder; es ſolle dem Menſchen zu Muthe werden, als ſei er neun Tage im Paradieſe und nähre ſich von deſſen Früchten. So aber ein Geſunder ſich alle Woche der obigen Doſis bediene, ſo bleibe er geſund und bei Leben, bis zu der Stunde, ſo ihm von Gott geſetzt iſt. Die letzte Clauſel wurde aber nicht einmal von allen Alchemiſten reſpectirt. Salomon Trismoſin, von welchem Paracelſus 1520 zu Conſtantinopel in die Geheimniſſe der hermetiſchen Kunſt eingeweiht worden ſein will, verſichert in ſeinem 1490 geſchriebenen Aureum Vellus, er habe ſich in hohem Alter mit einem Gran des Steins plötzlich verjüngt, ſo daß ſeine gelbe runzliche Haut wieder glatt und weiß, die Wange roth, das graue Haar wieder ſchwarz und der gekrümmte Rücken gerade wurde; Frauen von ſiebzig bis neunzig Jahren habe er mittelſt des Steins der Weiſen wieder ſo jung und rüſtig gemacht, daß ſie noch mehrere Kinder geboren; und ein Leichtes ſei es ihm, mittelſt deſſelben ſich ſo lange am Leben zu erhalten, um den jüngſten Tag mit anſehen zu können. — Zu derſelben Zeit ſpricht ſich auch Baſilius Valentinus, namentlich in ſeinem Tractat von natürlichen und übernatürlichen Dingen, folgendermaßen aus: »Keine Armuth wird der Beſitzer des Steins der Weiſen ſpüren; keine Krankheit wird ihn rühren, und kein Gebreſte ihm ſchaden, bis zu dem geſetzten Ziel des Todes, bis zu der letzten Stunde, ſo ihm von ſeinem Himmelskönige geſetzt iſt.«

Medicinische Eigenschaften des Steins der Weisen.

So geſtaltete ſich die Anſicht über die Wirkung des Steins der Weiſen als Univerſalmedicin. Wie er aus einem Mißverſtändniß wahrſcheinlich entſtanden iſt, habe ich oben angegeben; ſehen wir nun, was zu ſeiner Erhaltung beigetragen hat. Bei den erſten Alchemiſten, die ſich darüber deutlicher ausſprechen, mag der Glaube daran eine Stütze in den Erſcheinungen gefunden haben, welche einige damals mehr bekannt werdende Subſtanzen auf den menſchlichen Organismus ausüben. Eine ſolche Subſtanz, welche ſchon in kleiner Menge deutlich kräftigend wirkt, ſcheint der Weingeiſt zu ſein, über welchen ſich die Schriftſteller des 13. Jahrhunderts in ſehr hochtrabenden Reden ausdrücken. Arnold Villanovanus verwandte viel Mühe darauf, dieſen Stoff in eine wohlſchmeckende Form zu bringen, und giebt Mittel an, durch Zuſatz von Zucker und Gewürzen einen der Beſchreibung nach ſicher recht wohlſchmeckenden Liquor zu bereiten. Den Weingeiſt ſcheint Raymund Lull als Panacee betrachtet zu haben, denn ſeine Wirkung entſpricht ſehr wohl dem, was dieſer Spagiriker von der verjüngenden und ſtärkenden Kraft derſelben ſagt; und anderswo ſagt er geradezu von jenem Getränke, es ſei die consolatio ultima corporis humani. Schon in jener Zeit führte auch der Weingeiſt den Namen aqua vitae. Wie gewöhnlich zogen dieſe Männer von einer einzelnen Erfahrung die allgemeinſten Schlüſſe, und boten dieſe der gläubigen Nachwelt als ausgemachte Wahrheiten dar. Als durch die Alchemiſten des 13. Jahrhunderts erſt einmal die Allwirkſamkeit des Steins der Weiſen als Medicin ausgeſprochen war, konnte unter ihren Nachfolgern keiner ſie leugnen, wenn er ſich den Ruhm eines Adepten erhalten wollte. Auch war der Meinung der Alchemiſten nach nichts natürlicher, als dieſe Wirkung. Die veredlende Kraft des Steins mußte ſich auf Alles erſtrecken, Alles veredeln; die Veredlung der Metalle beſteht in der Verwandlung zu Gold; eine Veredlung der kranken Organe kann nur in ihrer Umwandlung zu geſunden ſtattfinden. Wodurch ſollten ſich auch die von Gott ſo hochbegabten Menſchen vor der Zeit der Sündfluth ihr alle Begriffe überſteigendes langes Leben gefriſtet haben, wenn nicht durch die Panacee? Zwei Engländer, Edmund Dickinſon und Theodor Mundan, wechſelten von 1680 bis 1690 gelehrte Schriften, woraus deutlich hervorging, daß nur durch die Univerſalheilkraft des Steins der Weiſen die Patriarchen ihr hohes Alter erreicht haben. Aber man brauchte mit Beiſpielen für dieſe Wirkſamkeit deſſelben gar nicht ſo weit zurückzugehen; neuere, von den Alchemiſten allgemein geglaubte, la-

gen in Menge als hiſtoriſche Beweiſe vor. Artephius, ein lateiniſcher Alchemiſt des 12. Jahrhunderts, legte ſich ein Alter von mehr als tauſend Jahren bei, und Niemand widerſprach ihm. Beſcheiden erſcheint Trautmannsdorf, der aus dem Geſchlechte der Reichsgrafen von Trautmannsdorf ſtammte, und im Anfange des 17. Jahrhunderts als Einſiedler zu St. Michael bei Trient lebte. Wißbegierigen Reiſenden, welche ihn in ſeiner Klauſe beſuchten, zeigte er den Stein der Weiſen, und gab als ſein Geburtsjahr nur 1462 an, wonach er mit Hülfe ſeiner Panacee damals etwas über 140 Jahre alt geweſen wäre. Noch im 18. Jahrhundert fanden ſolche Erzählungen von künſtlicher Erlangung eines hohen Alters willige Gläubige unter den Alchemiſten; dem Venetianer Fridericus Gualdus, welcher 1724 als einer der eifrigſten Roſenkreuzer ſtarb, legte man ein Alter von 400 Jahren bei, und der bekannte angebliche Graf St. Germain, welcher von 1770 bis 1795 von ſich reden machte, wollte durch die Univerſalarznei über 350 Jahre alt geworden ſein. Auch im Orient gab es Leute, welche mit ſolchen Geſchichten ſich bedeutend zu machen ſuchten. Der Franzoſe Paul Lucas bereiſte um 1700 auf Koſten ſeiner Regierung die Morgenländer, und traf auch da auf viele Alchemiſten. Zu Burſa in Kleinaſien ſprach er in einem Verſammlungsorte von Derwiſchen zu, unter welchen ſich namentlich einer, ein geborner Usbeke, der ſich durch ſeine vielſeitige Kenntniß aller Sprachen auszeichnete, viel mit ihm unterhielt. Dieſer Derwiſch ſah aus wie ein Mann in den Dreißigen, gab aber ſein Alter auf mehr als hundert Jahre an und verſicherte, ächte Adepten würden in der Regel durch die Wunderkraft des Steins der Weiſen tauſend Jahre und darüber alt. So z. B. lebe der berühmte Nicolaus Flamel, deſſen wir oben (S. 174) erwähnten, noch; ihn ſammt ſeiner Gattin habe er (der Derwiſch) vor drei Jahren im beſten Wohlbefinden in Oſtindien geſehen. — Die europäiſchen Alchemiſten wußten für dieſe Nachricht dem guten Derwiſch ihren beſten Dank.

Mediciniſche Eigenſchaften des Steins der Weiſen.

Der Glaube an die Heilwirkſamkeit des Steins der Weiſen nahm verhältnißmäßig ſchon früh ab. Schon der Alchemiſt Schwertzer, zu Ende des 16. Jahrhunderts, verſicherte offen, an ſeinem Stein der Weiſen nicht die geringſte Heilkraft wahrnehmen zu können, und gegen das Ende des 17. Jahrhunderts berichtet Kunkel, daß die Kurfürſten von Sachſen, ob ſie gleich verſchiedene Vorſchriften zur Darſtellung der Tinctur beſeſſen hätten, kein Mittel kannten, um ſie in eine Panacee umzugeſtalten. Jener Glaube erhielt ſich, ſo

Mediciniſche Eigenſchaften des Steins der Weiſen.

lange überhaupt die Metallveredlung und die Heilung der Krankheiten als analoge Erſcheinungen betrachtet wurden, ſo lange man unter Pathologie, wie es die Jatrochemiker thaten, nur eine Anwendung der chemiſchen Erfahrungen verſtand, und alle chemiſchen Meinungen ſich in der Erklärung der Erſcheinungen im Organismus abſpiegelten. Jener Glaube verlor ſich, als von dem Anfange des 18. Jahrhunderts an ausgezeichnete Aerzte, wie Stahl und Hoffmann, welche zugleich die gründlichſten Chemiker ihrer Zeit waren, ſich gegen eine ſolche Vermiſchung erklärten, und ihre Anſichten zu den herrſchenden zu machen wußten.

Sonſtige wunderbare Eigenſchaften des Steins der Weiſen.

Außer den bisher beſprochenen Eigenſchaften hat der Stein der Weiſen noch einige nicht minder wunderbare. Dahin gehört z. B., was der Anhaltſche Leibarzt Julius Sperber, einer der bedeutenderen Alchemiſten um 1600, in ſeiner Iſagoge anführt: daß der Stein der Weiſen aus Kieſelſteinen Edelſteine mache, tauſend Perlen in eine einzige, überaus ſchöne, zuſammenfüge, das Glas hämmerbar mache, abgeſtorbenen Bäumen ihre Fruchtbarkeit wiedergebe, u. ſ. w. Ueber die Beilegung noch anderer Eigenſchaften wird ſich erſt dann eine richtige Anſicht geſtalten, wenn wir erfahren, wie die Erlangung des Steins der Weiſen auf göttlicher Prädeſtination beruht. Dieſe Eigenſchaften ſind nicht mehr nur materiell wirkende, wie Verwandlung in Gold, Gewichtsvermehrung und Wirkſamkeit als Panacee, ſondern es ſind moraliſch wirkende, und ihr Einfluß erſtreckt ſich ſelbſt über das Grab hinaus. Morienes im 11. Jahrhundert deutet ſchon an, daß in der Stunde, wo der Stein der Weiſen ſeine Vollendung erhalte, ſich unausſprechbare Wunderdinge ereignen. Nicolaus Flamel im 14. Jahrhundert verſichert, ſo der Stein von Jemand verfertigt ſei, verwandle er den böſen Menſchen in einen frommen; er rotte in ihm aus die Wurzel aller Sünde, den Geiz; er mache ihn freigebig, ſanftmüthig und gottesfürchtig, ſo bös und verkehrt er auch immer bis dahin geweſen ſei. Denn er werde gleichſam entzückt von der großen Gnade und Barmherzigkeit, deren ihn Gott in der Offenbarung ſeiner wunderbaren Werke theilhaftig mache. Graf Bernhard von Trevigo im 15. Jahrhundert ſagt, der glückliche Erfolg in der Bereitung des Steins der Weiſen ziere den Menſchen mit ſolchem Verſtande, daß er das Gute erkenne und fromm werde, wenn er auch früher noch ſo gottlos geweſen ſei. Thomas Norton äußert ſich in ſeinem 1477 geſchriebenen Credo mihi seu Ordinale: Subvenit alicui in

necessitatibus, tollit vanam gloriam, spem et timorem, submovet ambitionem, violentiam et excessum, mitigat adversitates ne quem opprimant. Proxime post sanctos suos Deus hos collocat in coelo, qui artem sunt adepti. Sendivogius im Anfange des 17. Jahrhunderts verſichert, der Stein der Weiſen ſei ein Spiegel, und wer ihn habe und hineinſehen könne, der erblicke darin die drei Theile der Weisheit der ganzen Welt und werde ſo weiſe als Ariſtoteles und Avicenna. In dieſem Sinne deutete man auch die Stelle der Tabula smaragdina: fugiet a te omnis obscuritas, nämlich des Geiſtes. — Alle Alchemiſten des 17. Jahrhunderts noch ſtimmen ein in den Jubel, welche Glückſeligkeit der Stein der Weiſen ſeinem Beſitzer bringe. Als Probe gebe ich hier nur Einiges aus Johann Pordage's (eines engliſchen Geiſtlichen aus dieſer Zeit, geſt. 1626) philoſophiſchem Sendſchreiben vom Stein der Weiſen: »Nunmehr iſt der Stein fixirt, das Elixir des Lebens bereitet, das liebe Kind geboren. Fahr' hin, Fall, Hölle, Fluch, Tod, Drache, Thier und Schlange. Gute Nacht, Sterblichkeit, Furcht, Trauern und Elend. Nun wird ſich Erlöſung, Heil und Wiederbringung alles deſſen, was verloren war, wiederfinden, weil ihr nunmehr das große Secret und Geheimniß habet. Dies iſt der edle Held, der Schlangentödter, der den Drachen unter die Füße wirft und zertritt. Die alten Philoſophen nennen ihn ihren weißen und rothen Löwen, die Schrift nennt ihn den Löwen des Hauſes Iſraels oder Juda's oder Davids.«

Sonſtige wunderbare Eigenſchaften des Steins der Weiſen.

Genug des myſtiſchen Unſinns. Gehen wir nun dazu über, in welchen Stellungen die Alchemiſten im Allgemeinen lebten, und auf welche Art ſie den Stein der Weiſen zu erlangen trachteten.

III. Stellung und Verhältniſſe der Alchemiſten.

Stellung der Alchemiſten.

Die lockenden Eigenſchaften, welche dem Stein der Weiſen beigelegt wurden, ließ die Alchemie in allen Ständen getrieben werden. Vorzugsweiſe aber fand ſie ſtets unter dem Prieſterſtande Verehrer, und wie die erſten Keime der Alchemie vielleicht unter der geheimnißvollen Pflege der ägyptiſchen Prieſter ſich entwickelten, ſo blieb auch ſpäter unter den chriſtlichen Völkern der geiſtliche Stand vorzugsweiſe der Beſchäftigung mit der hermetiſchen Kunſt zugethan. Gleich zu der Zeit, von wo an wir etwas genauere Kenntniß über die Alchemie haben, von 400 n. Chr. ungefähr an, ſind es hauptſächlich Geiſtliche, welche ſich mit der Kunſt beſchäftigen oder als ihre Patrone genannt werden. Der Commentar zu des angeblichen Democrit's Werken iſt von Syneſius, der ſpäter chriſtlicher Biſchof ward, verfaßt, und in Form eines Briefes an Dioscoros, einen Prieſter des Serapis zu Alexandrien, gerichtet. So iſt auch noch die Abhandlung des Michael Pſellos περὶ χρυσοποιΐας (aus der zweiten Hälfte des 11. Jahrhunderts) an den Patriarchen von Conſtantinopel, Joannes Xiphilinos, gerichtet. Unter den Arabern waren es hauptſächlich die Aerzte, welche ſich mit der hermetiſchen Kunſt beſchäftigten (die Alchemiſten aus ſpäterer Zeit, welche unter den Muhamedanern getroffen werden, ſind indeß auch meiſt Derwiſche), aber ſowie die Alchemie in den Abendländern allgemeiner bekannt wurde, gehört ſogleich auch wieder die Mehrzahl ihrer Anhänger dem geiſtlichen Stande an. Von Haimo im 9. Jahrhundert bis zu Baſilius Valentinus im 15. exiſtirt faſt kein bedeutender Alchemiſt, der nicht auch die prieſterliche Weihe gehabt hätte. Haimo ſelbſt ſtarb 853 als Biſchof zu Halberſtadt. Aus dem 13. Jahrhunderte war Albertus Magnus Dominikaner, Roger Baco Franciscaner, Raymund Lull gehörte dem Minoritenorden an; Thomas von Aquino (geboren 1224 zu Aquino in Apulien, geſtorben 1274), des Albertus Magnus Schü-

ler in der Theologie und Alchemie, in welcher letzteren er indeß mehr nur als theoretiſirender Schriftſteller auftrat, war, wie ſein Lehrer, Dominicaner, und wurde nach ſeinem Tode gar unter die Heiligen verſetzt. Arnold Villanovanus iſt der einzige bedeutendere Alchemiſt dieſes Jahrhunderts, der nicht dem geiſtlichen Stande angehörte. Auch von den untergeordneteren Spagirikern waren die meiſten Geiſtliche, ohne daß indeß dieſer Stand ganz allein ſich mit Ausübung der Alchemie befaßt hätte. Albertus Magnus erzählt ſchon in ſeiner Alchymia: Inveni multos praedivites, literatos, abbates, praepositos, canonicos, physicos et illiteratos, qui pro eadem arte magnas fecerunt expensas. Auch Alphons X, König von Kaſtilien, zählen aus dieſem Jahrhundert die Alchemiſten zu den ihrigen, indeß auf nur ſehr zweifelhafte Angaben hin. — Im 14. Jahrhundert hatte das alchemiſtiſche Streben bereits in allen Klaſſen ſo um ſich gegriffen, und die damit ſtets verbundenen Betrügereien wurden ſo zahlreich, daß die geiſtliche und weltliche Macht zur Unterdrückung derſelben Edicte erließ, die indeß nur wenig Erfolg hatten, da andrerſeits die Alchemie wieder bei den mächtigſten Herrſchern Schutz und Aufmunterung fand (vergl. unten bei den Patronen der Alchemie). Das Intereſſe für die hermetiſche Kunſt nahm immer zu und wurde immer allgemeiner. Jean de Meun (der um 1300 als Hofpoet Philipp's des Schönen zu Paris lebte) ſchenkte ihr als einem der beſprochenſten Gegenſtände ſeiner Zeit Aufmerkſamkeit, als er das beliebte Gedicht eines älteren Sängers, des Guillaume de Loris, den Roman de la Rose, umarbeitete und beendigte. In epiſodiſcher Darſtellung gab er darin ein Zwiegeſpräch zwiſchen der Natur und dem Alchemiſten; die erſtere klagt, daß ſich der Alchemiſt zu wenig darum bekümmere, ihre Geheimniſſe theoretiſch zu erforſchen, und zuviel auf bloßes Probiren gäbe. Der Dichter ſelbſt giebt les remontrances de la nature à l'alchymiste errant ſummariſch an:

Stellung der Alchemiſten.

Comme natnre se complaint
Et dit sa douleur et son plaint
A ung sot souffleur sophistique
Qui n'use que d'art méchanique.

Der Alchemiſt ſieht ſein Unrecht ein, und der Dichter ſchildert:

Comment l'artiste, honteux et donlx,
Est devant Nature à genonlx
Demandant pardon humblement
Et la remerciant grandement.

Digitized by Google

Stellung der Alchemiſten.

Ich führe dies an, um zu zeigen, wie ſchon im Anfange des 14. Jahrhunderts die Alchemie eine gewiſſermaßen populäre Sache war, welche nicht bloß bei Gelehrten, ſondern auch bei dem größeren Publikum Aufmerkſamkeit fand. Es wird dies weiter bezeugt durch die größere Menge alchemiſtiſcher Schriftſteller, die nun ſchon auftreten, von welchen ich indeß hier keine Zuſammenſtellung zu geben brauche, da die bedeutenderen ſchon in der allgemeinen Geſchichte genannt ſind, oder in dieſem Abſchnitte gelegentlich angeführt werden. Geiſtliche ſind es immer noch vorzugsweiſe, die der Alchemie ihre Kräfte widmen, und in italieniſchen, franzöſiſchen, deutſchen und engliſchen Klöſtern wurde damals ſchon viel und ſtark laborirt.

Von dem 15. Jahrhundert gilt das Gleiche; die Zahl der Alchemiſten ſtieg immer noch; zu den Geiſtlichen geſellten ſich noch Liebhaber der Wiſſenſchaft im Allgemeinen, Aerzte und andere Fachgelehrte, um den Stein der Weiſen darſtellen zu lernen; auch Männer der Induſtrie, welche ſich gern mit der fabrikmäßigen Darſtellung des Goldes befaſſen wollten, und von den Regierungen Patente darauf ertheilen ließen, wie dies gleich näher angegeben werden ſoll. Die regierenden Häupter begünſtigten die hermetiſche Kunſt möglichſt; mehrere Fürſten laborirten ſelbſt, und der zweite Sohn Friedrich's des Erſten, Kurfürſten von Brandenburg, Markgraf Johann, welcher 1440 die Regierung der Burggrafſchaft Nürnberg antrat, trägt in der Geſchichte ſeines Hauſes den Beinamen des Alchemiſten. Andrerſeits theilte ſich die alchemiſtiſche Richtung auch einer Klaſſe von planloſen Abenteurern mit, welche mit geringen oder gar keinen chemiſchen Kenntniſſen umherzogen, ſpähend, ob ſie nicht irgendwo in den Beſitz des Geheimniſſes kommen könnten, und Unwiſſenderen ſich als Adepten vorſtellten, um in ihrem Sold und auf ihre Koſten laboriren zu können, bis ſich eine Gelegenheit zum Weiterkommen darbot. Bei den alchemiſtiſchen Dilettanten, welche gern in den Beſitz des Steins der Weiſen kommen wollten, ohne ſich gerade mit den Handarbeiten zu beſchäftigen, beglaubigten ſich dieſe fahrenden Alchemiſten als Meiſter der Kunſt entweder, wenn ſie noch ehrlich waren, durch Anſtellung neuer, an ſich intereſſanter, chemiſcher Experimente, oder aber meiſt geradezu durch Verwandlung unedler Metalle in Gold, wobei zwar nicht der wahre Stein der Weiſen, aber doch die Fingerfertigkeit und Taſchenſpielerkunſt des Experimentators thätig war.

Dieſe vagabundirenden Künſtler ſpielen in der Geſchichte der Alchemie des 16. und 17. Jahrhunderts eine um ſo bedeutendere Rolle, als der Eifer

Digitized by Google

für Alchemie zu dieſer Zeit immer noch im Steigen iſt. Der Abbruch, welcher der praktiſchen Alchemie aus der Reformation durch die Aufhebung vieler Klöſter erwuchs, wurde reichlich erſetzt durch die vermehrte Publicität, welche nun viele alchemiſtiſche Schriften bekamen, die früher nur ganz locales Anſehen genoſſen hatten. Die proteſtantiſche Geiſtlichkeit zeigte ſich auch der Alchemie nicht abgeneigt; die Potentaten begünſtigten ſie mehr als je, arbeiteten auch ämſig ſelbſt, und boten den fahrenden Alchemiſten willig Aufmunterung dar. Die Gelehrten aller Fächer glaubten an die Richtigkeit der hermetiſchen Kunſt, und die wenigen Zweifler wurden vor der Einſtimmigkeit der übrigen kaum bemerkt. Stellung der Alchemiſten.

Den Geiſt jener Zeit bezeichnet ſehr gut das öffentlich ausgeſprochene Verlangen des gelehrten Dr Joachim Tancke (geboren 1557 zu Perleberg in der Mark, Profeſſor der Medicin zu Leipzig, geſtorben 1609), man ſolle auf Univerſitäten einen eigenen Profeſſor der Alchemie beſtellen, den Geber und Raymund Lull neben dem Galenus expliciren, und die alten alchemiſtiſchen Bücher eben ſo gut zum Gegenſtand der Erklärung nehmen, als das Corpus juris. Die Folgen von ſolchen öffentlichen Empfehlungen waren denn, daß ſich vom König bis zum Handwerker und Bauer alles mit Alchemie abgab; Verſchwender und bankerotte Kaufleute ſuchten darin das Mittel, wieder zu Vermögen zu gelangen; reiche Leute glaubten ihr Geld nicht beſſer anlegen zu können, als indem ſie die Koſten zur Darſtellung des Steins der Weiſen damit beſtritten. Die eigentlichen gelehrten Alchemiſten waren damit nicht zufrieden, daß ihre Kunſt ſo gemein gemacht wurde, und ergoſſen ihre Klagen darüber in Poeſie und Proſa. Von den Mitgliedern der gleich zu erwähnenden alchemiſtiſchen Geſellſchaft zu Nürnberg, die ſich für abſonderlich hochbegabt hielten, haben wir namentlich ſolche Schilderungen von dem Mißbrauche der hermetiſchen Kunſt, welche über den Zuſtand der Alchemie im Anfange des 18. Jahrhunderts ganz gut belehren; ein dortiger Paſtor Chr. Bezzel dichtet um 1700:

Wer im gemeinen Dienſt dem Staat nichts nützen kann,
Wer jung, als Paſſagier, ſein Hab und Gut verthan,
Will nun im Müſſiggang, aus Gläſern, Rauch und Kohlen
(Schaut doch dies Wunderwerk) des Schadens ſich erholen.

Ein Anderer, Franz Gaſſmann aus Schleſien (welcher als Arzt zu Paſſau lebte, mit der Nürnberger Geſellſchaft in eifriger Correſpondenz ſtand, und als alchemiſtiſcher Schriftſteller unter dem Namen Pantaleon

Stellung der Alchemiſten. ſich ungemeinen Ruf erwarb), läßt ſich in ſeinem Examen alchemisticum (1676) vernehmen:

Es will faſt Jedermann ein Alchemiſte heißen,
Ein grober Idiot, der Junge mit dem Greiſen;
Bartſcheerer, altes Weib, ein kurzweiliger Rath,
Der kahlgeſchorne Münch, der Prieſter und Soldat.

Es war um 1700 kein Stand, in welchem ſich nicht Alchemiſten gefunden hätten; ſchon früher indeß waren ſie ſo zahlreich, daß ſogar die Errichtung eigener alchemiſtiſcher Geſellſchaften möglich war.

Alchemiſtiſche Geſellſchaften. Bis zum Anfange des 17. Jahrhunderts arbeiteten die Alchemiſten meiſt einſam, Keinem trauend, und offene mündliche Mittheilung ſogar als ſündhaft anſehend. Jetzt aber veranlaßte das allgemeine Streben nach Metallverwandlung und der ungünſtige Ausgang, welchen die Verſuche der meiſten Alchemiſten genommen hatten, daß Mehrere gemeinſam verſuchten, was dem Einzelnen zu vollbringen zu ſchwer fiel. Es bildeten ſich Geſellſchaften, mit dem Zwecke, gemeinſchaftlich an dem Stein der Weiſen zu arbeiten. Bei den Arabern, wo ſich mit dem Glauben an den Stein der Weiſen frömmelnde Schwärmerei nie verbunden hatte und offene Discuſſion über den erſteren Gegenſtand nie als ſündhaft betrachtet worden war, ſcheint ſchon früher collegialiſche Berathung hinſichtlich der Mittel, das große Geheimniß zu erlangen, gepflogen worden zu ſein, wenigſtens berichtet Leo Africanus aus dem Ende des 15. Jahrhunderts, daß die Alchemiſten zu Fez an der Nordküſte von Afrika täglich gegen Abend in einer Moſchee zuſammengekommen ſeien, um ſich über die Fortſchritte in ihren Unterſuchungen zu unterhalten und zu belehren. Im Anfange des 17. Jahrhunderts erſt kommen ſolche Vereinigungen in großem Maßſtabe auch in dem abendländiſchen Europa vor. Kleinere Aſſociationen wurden zwar ſchon früher verſucht (wie z. B. 1539 ein hermetiſcher Verein in Paris beſtand, wo durch tägliches Philoſophiren die Kunſt gefördert werden ſollte), allein ihre Exiſtenz war ſtets nur ephemer, und ihr Einfluß auf die Alchemie kaum wahrnehmbar. Einen wirkſamen Anfang machte erſt die Geſellſchaft der Roſenkreuzer, Fraternitas roseae crucis, deren Treiben ſich bis über die Mitte des 18. Jahrhunderts erſtreckt. Einem Scherz ihre Entſtehung verdankend, wurde dieſe Geſellſchaft eine der verbreitetſten und einflußreichſten aller Zeiten. Ein würtembergiſcher Geiſtlicher, Johann Valentin Andreä, hatte das

Roſenkreuzer.

Alchemiſtiſche Geſellſchaften. Roſenkreuzer.

tolle Streben der Alchemiſten und den theoſophiſchen Unſinn, welchen ſie mit dem Glauben an die Allwirkſamkeit des Steins der Weiſen verbanden, näher kennen gelernt; als Satyre darauf ſchrieb er eine »Chymiſche Hochzeit des Chriſtian Roſenkreuz«, welche, von 1603 an in Handſchriften circulirend, von 1616 an durch den Druck bekannter wurde. Er ſtellte die herrſchenden Anſichten als die einer geheimen Geſellſchaft dar, deren Urſprung er genau angab. Ein gewiſſer Chriſtian Roſenkreuz habe um 1378 den Orient bereiſt, und ſich dort in alle Myſterien der hermetiſchen Kunſt einweihen laſſen. In ſein Vaterland zurückgekehrt, habe er nur wenigen ausgezeichneten Männern Einiges davon mitgetheilt; die Enthüllung aller Geheimniſſe aber habe man in den erſten Jahren des 17. Jahrhunderts in ſeinem Grabe ſchriftlich niedergelegt gefunden, und einem kleinen Cirkel der Würdigſten gehöre jetzt die Kenntniß von dem Stein der Weiſen und dem Mittel, das Leben zu verlängern, an. Dieſe Geſellſchaft nenne ſich die der Roſenkreuzer, und der Eintritt in dieſelbe ſei nur den ausgezeichnetſten Denkern und den eifrigſten Spagirikern geſtattet. — Was anfangs nur als Satyre dem Autor vorgeſchwebt hatte, trat bald in Wirklichkeit ein. Kaum war die Idee zu einer ſolchen Geſellſchaft gegeben, als ſich auch ſchon Leute fanden, die ihr beitreten wollten, und andere, welche ſich als ihr angehörig bekannten und für ſie warben. Viele Alchemiſten, viele Geiſtliche und viele Aerzte zählten ſich zu ihr, nicht bloß in Deutſchland, ſondern auch in Holland, Frankreich, England und Italien. In Bezug auf Alchemie beſtanden eigentlich eine Menge kleiner Roſenkreuzergeſellſchaften; einzelne ſtellten ſich als Obere des geheimnißvollen Bundes hin, nahmen andere auf, ließen dieſe nach dem Stein der Weiſen ſuchen, und verſprachen, auf zuverläſſige Berichterſtattung aller zu findenden Entdeckungen hin ſolle den untergeordneten Mitgliedern das große Geheimniß mitgetheilt werden, ſobald ſie durch gehörige Leiſtungen in der hermetiſchen Kunſt ſich als dieſer Auszeichnung würdig bewähren würden. Bald indeß gab es, wie es bei einer ſolchen Verwirrung nicht fehlen konnte, Reibungen zwiſchen den einzelnen Cirkeln, welche alle doch dem großen Bunde angehören wollten; eine Partei warf der andern vor, daß ſie eigentlich nicht von den erſten Stiftern der Geſellſchaft abſtamme (was ein gegründeter Vorwurf war, da er jeden Roſenkreuzer traf), und die einſichtsvolleren Alchemiſten zogen ſich allmälig zurück. — Die Geſellſchaft der Roſenkreuzer hat hauptſächlich dazu gedient, in die Beſtrebungen der Alchemie noch mehr

Alchemiſtiſche Geſellſchaften. Roſenkreuzer.

Myſtik hineinzubringen; in anderen Wiſſenſchaften hat ſich dieſer ihr Einfluß noch intenſiver gezeigt, ein genaueres Eingehen auf dieſen Gegenſtand liegt indeß nicht im Plane dieſes Buches.

Zu derſelben Zeit, im Anfange des 17. Jahrhunderts, beſtand auch in Süd-Frankreich eine alchemiſtiſche Geſellſchaft, welche von ihrem Stifter die Roſe'ſche (Collegium Rosianum) hieß, und wegen der Namensähnlichkeit oft mit dem Roſenkreuzerbunde verwechſelt wurde. Die Roſe'ſche Geſellſchaft hatte außer der Metallverwandlung und der Auffindung der Univerſalarznei auch das Perpetuum mobile zum Gegenſtand ihrer Forſchungen gemacht; um 1630 erregte ſie einiges Aufſehen, da ein Eingeweihter, Peter Morne, die Geheimniſſe, welche er erfahren hatte, erſt den Generalſtaaten der Niederlande zum Kaufe anbot, und da abgewieſen ſie in einer eigenen Schrift bekannt machte. Neues fand ſich darin nicht, aber wohl ſchon Anderen länger und beſſer Bekanntes.

Nürnberger alchemiſche Geſellſchaft.

Um die Mitte des 17. Jahrhunderts finden wir mehrere alchemiſtiſche Geſellſchaften, welche theils aus der Abſonderung einzelner Fractionen des Roſenkreuzerbundes entſtanden ſein mögen, theils aus der zufälligen Vereinigung ſelbſtſtändiger Alchemiſten an einem und demſelben Orte. Unter dieſen iſt die Alchemiſche Geſellſchaft in Nürnberg zu nennen, welche durch die Zahl der einheimiſchen Mitglieder und durch den lebhaften Verkehr, welchen ſie mit auswärtigen Kunſtgenoſſen unterhielt, bekannter geworden iſt. Sie erhielt ſich auch ziemlich lange; 1654 gegründet beſtand ſie noch nach 1700. Geiſtliche aus Nürnberg waren ihre Gründer und vorzüglichſten Mitglieder; auch einige Aerzte waren darin thätig; der berühmteſte Mann indeß, welcher ihr angehörte, iſt der berühmte Philoſoph Leibnitz, welcher 1666 und das folgende Jahr Secretair des Vereins war, die praktiſchen Arbeiten leitete und aufzeichnete, die Correſpondenz beſorgte u. ſ. w. Leibnitz indeß gab bald dieſe Stellung auf; doch blieb ihm eine gewiſſe Vorliebe für die Alchemie, welche noch ſpäter mehrere chemiſche Arbeiten von ſeiner Seite veranlaßte, und ihn ſelbſt in den letzten Jahren ſeines Lebens die Richtigkeit der hermetiſchen Kunſt nie ganz verleugnen ließ.

Die Buccinatoren.

Es iſt zweifelhaft, ob zu den alchemiſtiſchen Geſellſchaften auch die Buccinatores zu rechnen ſind, oder was es überhaupt mit den letzteren für eine Bewandtniß hatte. Im Jahre 1679 erſchien nämlich eine Epistola buccinatoria, qua inaudita conjuratio adeptorum in chemia phi-

Alchemiſtiſche Geſellſchaften.

Die Buccinatoren.

losophorum ab iisdem condita et prodita universis per Europam curiosis fideliter indicatur et dicatur. Die Epiſtel ging von Leuten aus, welche den Stein der Weiſen gern gehabt hätten, aber ſich nicht die Kraft zutraueten, ihn zu finden. Sie forderten alſo die wahren Adepten auf, das Geheimniß ihnen mitzutheilen; ſollte ſolches aber bis zu dem 1. Januar 1684 nicht geſchehen, ſo wollten ſie noch 600 Alchemiſten in die Buccinatorengeſellſchaft aufnehmen, und alle ſollten vereint an der Darſtellung des Steins der Weiſen und der Prüfung der älteren Angaben arbeiten. Wären drei Jahre bei dieſer Arbeit verfloſſen, ohne daß das Ziel erreicht wäre, ſo wollten ſie die ganze hermetiſche Philoſophie vor aller Welt proſtituiren, und als Lug und Trug anſehen laſſen. Die Adepten möchten ſich indeß nicht wundern, daß ſie auf ſo ungewöhnliche Art zur Mittheilung ihres Geheimniſſes genöthigt würden; die Buccinatoren verſtänden zwar die Theorie der Kunſt ſo gut als irgend einer, aber ihre höheren Beſchäftigungen ließen ihnen nicht zu, ſich mit der Praxis abzugeben; eine Mittheilung des Geheimniſſes käme alſo nur an vollkommen Würdige. — Dieſem erſten Briefe folgten noch zwei andere, in deren einem ſie die Beſchwörung noch dringender wiederholten, in deren anderem aber ſie ihren Bruch mit der Alchemie offen verkündeten. — Davon, ob die Drohung ausgeführt worden iſt und die Buccinatorengeſellſchaft die angekündigte Ausdehnung erhalten hat, wurde ſeitdem nichts Genaueres bekannt. Einzelne Antworten auf ihre Briefe blieben nicht aus, welche ſie über die Unmöglichkeit der Mittheilung des Geheimniſſes belehrten, und zugleich ihnen durch hiſtoriſche Belege und ſonſtige Schlüſſe die Richtigkeit der hermetiſchen Kunſt beweiſen wollten.

Hermetiſche Geſellſchaft.

Den Buccinatoren nicht unähnlich waren die Vertreter der **hermetiſchen Geſellſchaft**, welche in den letzten Jahren des vorigen Jahrhunderts in Deutſchland viel Aufſehen erregte. Auch hier war die Geſellſchaft eine nur ſimulirte; ſie beſtand nur aus zwei Individuen, welche ſich als Repräſentanten eines großen Vereins gerirten. Ich werde darauf bei der Betrachtung des Verfalls der Alchemie zurückkommen.

Die alchemiſtiſchen Geſellſchaften verfehlten alle den Zweck ihrer Conſtitution; wenigſtens erkannten viele Alchemiſten ſelbſt an, daß durch Zuſammenwirken mehrerer die Darſtellung des Steins der Weiſen nicht gefördert werde. Außerdem aber war häufig auch das Zuſammenarbeiten mehrerer da um ſo gefährlicher, wo die Alchemie geſetzlich verboten war, und ſchon

früh war dies an vielen Orten der Fall, wenngleich die desfallſigen Geſetze immer nur kurze Zeit ihr Anſehen behaupteten und öfters förmlich zurückgenommen wurden.

Verbote der Alchemie.

Das erſte Verbot, welches die Alchemie traf, war auch das allgemeinſte; es ging von dem päpſtlichen Stuhle aus, und ſeine Wirkung ſollte ſich auf die ganze Chriſtenheit erſtrecken. In der Bulle Spondent quas non exhibent etc. verdammte 1317 Papſt Johann XXII. alle und jede alchemiſtiſche Beſtrebung. Er beſchuldigt darin die Alchemiſten, daß ſie, obwohl unwiſſend in der Kunſt, Metalle zu verwandeln, doch Andere darin unterrichten wollen, daß ſie ſich als Adepten zu beglaubigen ſuchen, indem ſie gold= oder ſilberähnliche Metalle für wahres Gold oder Silber verkaufen und ſo die Leute betrügen. Er verdammt die Alchemiſten im Allgemeinen, und beſtimmt für ſie Geldſtrafen; Weltliche ſollen für ehrlos erklärt werden, Geiſtliche aber ihrer Würde verluſtig gehen und als unfähig zum geiſtlichen Stande zu betrachten ſein.

Die Wirkung dieſer Bulle war eine nur ſehr kurz dauernde. Es trug hierzu beſonders bei, daß Papſt Johann XXII. ſelbſt ſpäter in den Ruf eines Alchemiſten kam; ob mit Recht oder Unrecht, iſt nicht ausgemacht, aber bald nach ſeiner Zeit ward eine Abhandlung, Ars transmutatoria, als von ihm herrührend bekannt, und fand ſpäter vielfache Verbreitung. — Aus den erſten Jahren nach der Erlaſſung der Bulle finden wir, namentlich in Deutſchland, ein paar Fälle von Verfolgung einzelner Geiſtlichen wegen Ausübung der Alchemie, aber bald, wie wir ſchon oben geſehen haben, erhob ſich die hermetiſche Kunſt wieder, wurde offen ausgeübt, und an die Anwendung des päpſtlichen Decrets nicht mehr gedacht.

Die Betrügereien, welche aus den alchemiſtiſchen Beſtrebungen hervorgingen, indem viele Anhänger dieſer Kunſt Alles, was goldähnlich ausſah, Anderen als Gold annehmbar zu machen ſuchten, veranlaßten indeß bald auch andere Staaten, der Ausübung der hermetiſchen Kunſt geſetzliche Hinderniſſe in den Weg zu legen. So wurde ſchon 1380 in Frankreich von Karl V. ein Geſetz erlaſſen, wonach bei ſtrenger Strafe jede Beſchäftigung mit Alchemie und ſelbſt der Beſitz chemiſcher Geräthſchaften, wie Oefen u. dgl., unterſagt war. So fanden ſich König Heinrich IV. von England und ſein Parlament 1404 bewogen, die alchemiſtiſche Erzeugung und Vermehrung des Goldes und Silbers ſtreng zu verbieten; die Uebertreter dieſes

Verbote der Alchemie.

Geſetzes ſollten als der Felonie ſchuldig behandelt werden. Ebenſo erklärte ſich der hohe Rath von Venedig 1488 gegen die Alchemie, und verbot ſtreng jede Beſchäftigung, welche mit dieſer Kunſt zuſammenhängt. Alle dieſe Geſetze fruchteten indeß nichts; wir haben oben (Seite 172 f.) ſchon geſehen, daß im Gegentheil bald die Alchemie an den Rechtsgelehrten eine Stütze fand.

Die Nichtachtung geſetzlicher Verordnungen, welche die Alchemie verboten, und überhaupt das Anſehen, welches der Glaube an die Möglichkeit der Metallverwandlung gefunden hat, iſt beſonders dem Umſtande zuzuſchreiben, daß die Fürſten ſelbſt, ſtatt die von ihren Vorgängern gegebenen Geſetze aufrecht zu halten, im Gegentheil ſich als die eifrigſten Patrone der Alchemie bewieſen, und um eine deutlichere Anſchauung von dem Anſehen zu geben, in welchem dieſe Kunſt bei vielen gekrönten Häuptern ſtand, will ich hier einiges Nähere über die vorzüglichſten Beſchützer der hermetiſchen Kunſt mittheilen.

Patrone der Alchemie.

Hohe Potentaten haben ſchon früh die Alchemie ihres beſonderen Schutzes gewürdigt, da ein daraus entſpringender Zuwachs an Reichthum der Förderung ihres Anſehens nur zuträglich ſein konnte. Schon Sultan Kalid, welcher um 1150 unter der Oberhoheit des Kalifats zu Bagdad in Aegypten regierte, ſoll eine Menge Alchemiſten um ſeinen Thron verſammelt haben, und figurirt ſelbſt in Sammlungen alchemiſtiſcher Schriften als Verfaſſer mehrerer Abhandlungen. Auch im Abendlande fand die hermetiſche Kunſt eifrige Beſchützer an vielen Fürſten. Arnoldus Villanovanus durfte eine epistola de alchymia an den König von Neapel richten, welcher ihn beſchützte; König Alphons X. von Kaſtilien (geſtorben 1284) wird als alchemiſtiſcher Schriftſteller aufgeführt. Robert Bruce, welcher von 1306 bis 1329 in Schottland regierte, begünſtigte die Alchemie, und man hat von Raymund Lull eine an dieſen König gerichtete epistola accurtationis lapidis. Dieſe Vorliebe für die hermetiſche Kunſt blieb auch ſpäter noch bei den Fürſten der britanniſchen Inſel; in England war zwar das ebenerwähnte Geſetz gegen die Alchemie 1404 gegeben worden, allein ſchon 1423 wurde ſeine Kraft gänzlich aufgehoben. In dieſem Jahre beſtieg Heinrich VI. den engliſchen Thron, und wie dieſer König allen geheimen Wiſſenſchaften zugethan war, ſo begünſtigte er vorzugsweiſe die Alchemie. Bei dem Geldmangel, in welchen er durch innere und äußere Kriege gerieth, hoffte er Abhülfe von der Alchemie; in vier auf einander

Patrone der Alchemie.

folgenden Decreten forderte er alle Edeln, Doctoren, Profeſſoren und Geiſtlichen auf, ſich dem Studium dieſer Kunſt nach Kräften zu widmen, damit man Mittel gewinne, die Staatsſchulden zu bezahlen. Die Geiſtlichen namentlich, meinte der König, ſollten ſich um die Erfindung des Steins der Weiſen bemühen, und da ſie ja Brot und Wein in Chriſti Leib und Blut verwandeln könnten, ſo werde es ihnen mit Gottes Hülfe auch wohl gelingen, eine Transſubſtantiation der unedlen Metalle in Gold zu bewirken. — Bald fanden ſich auch Künſtler, welche dem König ihre Dienſte anboten; zwar nicht Geiſtliche, welche letztere nothwendig die Heiligkeit der Religion in jener Aufforderung verletzt ſehen mußten, aber induſtriöſe Männer, welche mindeſtens Präparate lieferten, die der König nicht allein für Gold hielt (und das iſt noch zweifelhaft), ſondern auch geprägt als gute Münze weiterhin verbreitete. So erhielt ſchon 1440 ein Compagniegeſchäft Fauceby, Kirkeby und Ragny ein Privilegium, Gold zu machen; von 1444 bis 1452 erhielten noch acht andere Künſtler die Erlaubniß, unedle Metalle in probehaltiges Gold oder Silber zu verwandeln. Es mag aber mit der Probe nicht ſehr ſtreng genommen worden ſein, das Ergebniß war weiter nichts, als Betrug und falſches Geld, nur daß die Falſchmünzerei unter des Königs Aegide betrieben wurde. Soviel ſich jetzt noch von der Sache herausbringen läßt, wurde hauptſächlich Kupferamalgam für Gold ausgegeben, was bei dem Putzen die Farbe des Goldes annimmt, ſich gießen und auch prägen läßt, ziemlich ſchwer iſt, und nur in ſtarkem Feuer zerſetzt wird. Um nicht die eigenen Unterthanen zu betrügen und ärmer zu machen, wurde das ſo erhaltene falſche Gold hauptſächlich in die Nachbarſtaaten zu ſpielen geſucht, die indeß die Sachlage bald erkannten, und ſich zu ſchützen oder zu revanchiren ſuchten. Das ſchottiſche Parlament befahl ſchon 1449, in allen Häfen des Reichs und vornehmlich an der engliſchen Grenze zu wachen, daß kein falſches Geld eingebracht werde, und 1450 wurden noch mehrere Anordnungen getroffen, welche zwar den Handel ſehr erſchwerten, aber unerläßlich gefunden wurden, um nicht durch die neue engliſche Induſtrie benachtheiligt zu werden. — In Frankreich machte man es anders; man machte gleichfalls falſches Geld, welches die Engländer gern nahmen, da es nicht das engliſche Gepräge trug. Nach Entfernung der Engländer indeß blieb in Frankreich viel unächte einheimiſche Münze zurück, und die Erbitterung darüber wandte ſich vorzüglich gegen einen gewiſſen Jaques Le Cor (auch Le Coeur oder Cuer genannt), der im Rufe

eines Adepten ſtand und dem König Carl VII. von Frankreich das Metall zur Anfertigung von Goldmünzen geliefert haben ſollte. Jaques Le Cor war urſprünglich Kaufmann, aber von dem König während des Kriegs zu dem Director ſeiner Finanzen ernannt worden, und von ihm ging wahrſcheinlich das Project der Wiedervergeltung gegen die Engländer aus. Der allgemeine Unwille forderte ein Opfer für den Betrug des eigenen Landes, und fand ſich nur wenig befriedigt, als Le Cor 1453 vom König zur Landesverweiſung verurtheilt wurde. Patrone der Alchemie.

In England dauerte die patentirte Goldmacherei auch noch ſpäter fort. Eduard IV. ertheilte 1468 einem Alchemiſten Richard Carter neben freier Wohnung im Schloſſe Woodſtock die Erlaubniß, drei Jahre lang ſeine Kunſt in allen Metallen und Mineralien zu verſuchen. Derſelbe gab noch 1476 einer Compagnie auf vier Jahre das Privilegium »natürliche Philoſophie treiben und Gold aus Queckſilber machen zu dürfen«. Weder von gutem Erfolg hat man je etwas vernommen, noch iſt anderſeits Klage über ähnliche Mißbräuche, wie die oben bezeichneten, erhoben worden.

Goldähnliche Subſtanzen ſind indeß leichter zu gewinnen als Gold ſelbſt, und wenn das letztere nicht gelingt, ſo liegt es nahe, die erſteren dafür auszugeben; dieſen Erfolg hatten auch die alchemiſtiſchen Künſte eines gekrönten Haupts in Deutſchland. Johann von Laaz, ein böhmiſcher Alchemiſt, beſuchte um 1440 die Kaiſerin Barbara, die zweite Gemahlin des deutſchen Kaiſers Sigismund, welche ſich viel mit Alchemie beſchäftigte. Die hohe Dame machte dem Kunſtgenoſſen angebliches Silber aus Kupfer mit Arſenik, auch vermehrte ſie ein gegebenes Gewicht Gold durch Zuſatz von Kupfer und Silber; beiderlei Producte verkaufte ſie dem gemeinen Volk als reines Silber und Gold.

Ehrlicher meinten es andere Fürſten und man kann ihnen nur vorwerfen, daß ſie ſich täuſchen ließen, und mehr Geld an dieſer Liebhaberei verſchwendeten, als recht war. Aber nicht jeder Fürſt war ſo klug, die Alchemie nur ſo weit zu begünſtigen, wie Papſt Leo X.; dieſem dedicirte 1514 ein Alchemiſt Augurelli ein Gedicht, Chrysopoeia betitelt, wofür zum Lohne ihm der Papſt einen leeren Beutel verabreichen ließ, meinend, wer ſolche Kunſt beſäße, dem fehle nur der Beutel, um das zu machende Gold hinein zu thun. — Mit mehr Intereſſe nahmen ſich beſonders in Deutſchland die Fürſten der Alchemie an. Ihre Beſtrebungen, einen Beſitzer des

Patrone der Alchemie.

Steins der Weiſen in ihren Dienſt zu erlangen, laſſen ſich nur mit der leidenſchaftlichen Betreibung eines Glücksſpiels vergleichen; man hielt damals Alchemiſten auf ſeine Koſten, wie man jetzt Lotterielooſe kauft; ein reicher Fürſt hielt ſich viele, weniger wohlhabende Dynaſten nahmen gemeinſchaftlich zu zwei oder vier einen hoffnungsvollen Goldkünſtler in ihren Sold. Wie bei dem Spiel, ſo leiteten auch hier dieſelben chimäriſchen Hoffnungen auf plötzlichen übergroßen Reichthum, dieſelbe Unſchlüſſigkeit, nach ſtets mißlungenen Verſuchen von der weiteren Verfolgung unſicherer alchemiſtiſcher Proceſſe abzuſtehen. Wenige Fürſtenhäuſer der damaligen Zeit widerſtanden der noblen Paſſion, Alchemiſten zu halten. Der ſchon oben genannte Johann von Brandenburg, Burggraf zu Nürnberg, iſt hier abermals zu erwähnen; ſeine Reſidenz auf der Plaſſenburg bei Culmbach war der Parnaß der deutſchen Alchemiſten um die Mitte des 15. Jahrhunderts. In dieſem Zeitraume zählte die Alchemie noch viele hohe Beſchützer in Deutſchland, aber keiner hat dieſe Kunſt in dem Grade begünſtigt, wie das folgende Jahrhundert Patrone derſelben aufzuweiſen hat. Unter dieſen, dem 16. Jahrhundert angehörigen, iſt vorzüglich Kaiſer Rudolph II. zu nennen, welcher 1576 den deutſchen Thron beſtieg, bis 1612 regierte, und meiſt in Prag reſidirte.

Ob der deutſche Hermes Trismegistus, wie die Alchemiſten ihren Schutzherrn nannten, ſelbſt Adept oder nur Dilettant war, darüber ſind die Ausſagen ſeiner Kunſtgenoſſen nicht übereinſtimmend. Die ungemeinen Reichthümer, welche an Gold und Silber in ſeinem Nachlaß gefunden wurden, betrachteten Viele als das Ergebniß der hermetiſchen Kunſt, während Andere darin nur die Erſparniſſe aus ſeinen kaiſerlichen Einkünften bei beſchränkter Hofhaltung erblicken wollten. — Jedenfalls aber war ſein Thun und Treiben wenigſtens in den letzten Jahren ſeiner Regierung hauptſächlich auf Alchemie gerichtet, und ſeine Umgebung beſtand vorzugsweiſe aus Spagirikern. So war das Haus ſeines Leibarztes, des Thaddäus von Hayek, ſtets der Ort, wo ſich fahrende Alchemiſten anmeldeten, und ſich durch ein vorläufiges Experiment als kunſtfertig genug legitimirten, um dem Kaiſer vorgeſtellt zu werden, der ſie dann nach Verdienſt und eigener Schätzung behandelte. So waren auch ſeine Kammerdiener alle zugleich Alchemiſten, die ihrem Herrn bei ſeinen unabläſſigen hermetiſchen Arbeiten helfen mußten, und ſein Hofpoet, ein Italiäner Mardochäus de Delle, ſcheint ſonſt wenig mehr gedichtet zu haben, als deutſche

Reime, welche die Schickſale der verſchiedenen Alchemiſten, die mit dem Prager Hof in Berührung kamen, ſchildern, und uns zum Theil noch aufbewahrt ſind. Patrone der Alchemie.

Kaiſer Rudolph belohnte im Allgemeinen die Alchemiſten ſehr großmüthig, ſobald ſie ihm wahrhafte Beweiſe für die Richtigkeit ihrer Kunſt ablegten, und zeichnete ſie durch Standeserhöhung und gnädige Vertraulichkeit aus. So kam 1585 ein Engländer Kelley nach Prag, der in ſeinem Vaterlande Talbot geheißen und eine Notariatsſtelle bekleidet hatte, aber eine Namensänderung für vortheilhaft gefunden haben mag, weil er der Verfälſchung von Urkunden überwieſen und mit abgeſchnittenen Ohren fortgejagt worden war. Dieſer Ehrenmann kam nach Prag in Geſellſchaft eines Landsmanns, des Dr. Dee, welcher ſich viel mit Magie und Geiſterbeſchwörung abgab; beide traten hier als Inhaber des Steins der Weiſen auf, welchen Kelley durch Zufall, aus dem Nachlaß eines längſt verſtorbenen engliſchen Biſchofs, erlangt haben wollte. Kelley machte vor dem Kaiſer mehrere Verwandlungen des Queckſilbers in Gold, und da er der erſte Alchemiſt war, von welchem der Kaiſer unzweifelhafte Beweiſe für die Richtigkeit der hermetiſchen Kunſt erhielt, ſo wurde er in den böhmiſchen Freiherrnſtand erhoben und mit allen möglichen Gnadenbeweiſen überſchüttet. Die hohe Gunſt nahm aber bald ein Ende, als der Kaiſer nicht mehr damit zufrieden war, Beweiſe für die Exiſtenz der Metallverwandlung geſehen zu haben, ſondern in ſeiner Wißbegierde ſo weit ging, daß er auch die Bereitung des Steins der Weiſen ſelbſt kennen lernen wollte. Auf den Ausgang dieſer Adeptengeſchichte werde ich nachher zurückkommen. — So wurde auch ein gewiſſer Sebald Schwerzer, der von 1585 an mit dem Kurfürſten Auguſt von Sachſen, dann mit deſſen Nachfolger Chriſtian laborirt hatte, und nach des Letzteren Tode (1591) ſich an Kaiſer Rudolph wendete, von dieſem in den Adelſtand erhoben und mit dem Amt eines Berghauptmanns in Joachimsthal begnadigt, wo er 1601 ſtarb. Von anderen Adepten, welche in Prag das Handwerk grüßten und Auszeichnung fanden, nenne ich noch den Polen Sendivogius, deſſen im Verlauf dieſer Geſchichte öfters erwähnt werden wird; er theilte 1604 an Rudolph etwas von ſeiner Tinctur mit, ſo daß der Kaiſer eigenhändig die Metallverwandlung bewerkſtelligen konnte; und daß dieſer wenigſtens von der Richtigkeit der Sache überzeugt war, beweiſt die marmorne Tafel, welche er in dem Saale des Pra-

Digitized by Google

Patrone der Alchemie. ger Schloſſes, wo die Transmutation geſchehen war, mit der Aufſchrift ſetzen ließ:

Faciat hoc quispiam alius
Quod fecit Sendivogius Polonus.

Außer Rudolph II. begünſtigte in Deutſchland gegen das Ende des 16. Jahrhunderts noch beſonders Kurfürſt Auguſt von Sachſen (der von 1553 bis 1586 regierte), die Alchemie. Er hatte ſein eigenes Laboratorium in Dresden, welches vom Volke das Goldhaus genannt wurde, arbeitete eigenhändig, und in mehreren ſeiner Briefe, die uns noch erhalten ſind, bekennt er ſich als Beſitzer des großen Geheimniſſes der Metallveredlung. So ſchrieb er 1577 an einen italieniſchen Alchemiſten Francesco Forenſe: Jam eo usque in hoc genere pervenimus, ut ex octo argenti unciis auri perfectissimi uncias tres singulis sex diebus comparare possemus. Seine Gemahlin, Anna von Dänemark, war gleichermaßen der Alchemie zugethan, und hatte auf ihrem Luſtſchloß zu Annaberg ein großes Laboratorium, welches Kunkel als das größte und ausgezeichnetſte, was je exiſtirt habe, rühmt. Kurfürſt Auguſt indeß nahm nicht ſo willig jeden fahrenden Adepten in ſeinen Schutz, wie es Kaiſer Rudolph that; er hatte im Gegentheil ſeine beſtändigen Alchemiſten, unter welchen namentlich die in dieſer Geſchichte mehrmals erwähnten Beuther und Schwerzer bekannt geworden ſind; der große Reichthum, welchen man nach ſeinem Tode vorfand (vgl. Seite 175), war allen Alchemiſten vollgültiger Beweis, daß ſein unverdroſſenes Streben auch Belohnung gefunden habe, obgleich die Zweifler alles vorhandene edle Metall nur als die Ausbeute des erzgebirgiſchen Bergbaues, welcher unter ihm in ſeiner höchſten Blüthe beſtand, betrachten wollen. — Kurfürſt Chriſtian von Sachſen, welcher auf Auguſt folgte, betrieb gleichfalls die Alchemie eifrig.

Die Geſchichte meldet nicht, daß in Sachſen über dieſe alchemiſtiſchen Beſtrebungen der Regenten geklagt worden ſei, woraus man ſchließen darf, daß weder falſches Geld als Reſultat der Arbeiten in Umlauf geſetzt wurde, noch daß die nöthigen Ausgaben die Mittel der erlauchten Künſtler überſchritten. In anderen Ländern hingegen wurde die Goldmacherſucht der Fürſten zur Plage des Landes. So in Würtemberg, wo Herzog Friedrich (geboren 1557, geſtorben 1608) die Entdeckung des Geheimniſſes erzwingen wollte, allein ohne den geringſten Vortheil nur betrügeriſchen Alchemiſten zur Beute ward. In dem Städtchen Grosſachſenheim

war ſein Laboratorium, wo jeder gute Taſchenſpieler Unterkunft und Gelegenheit fand, ſich auf Koſten des Landes zu bereichern, die Ausgaben für dieſe Anſtalt wurden dem Volke ſo drückend, daß die Landſtände wiederholt dagegen Einſpruch thaten. Ich werde nachher mehrerer Alchemiſten zu erwähnen haben, welche das Vertrauen Friedrich's mißbraucht hatten, und deren Betrügerei entdeckt und beſtraft wurde. Patrone der Alchemie.

Gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts, wo durch den dreißigjährigen Krieg die Finanzen faſt aller deutſchen Fürſten beträchtliche Störungen erlitten hatten, waren die Alchemiſten beſonders an Höfen geſucht, da hier eine Bewährung ihrer Kunſt als ſehr zeitgemäß erſcheinen mußte. Zu dieſer Zeit werden als beſondere Gönner der Alchemie die Herzoge Ernſt von Baiern, Heinrich Julius von Braunſchweig, Franz von Lauenburg, die Kurfürſten Friedrich von der Pfalz und Johann Philipp von Mainz und noch viele Andere genannt; die Geſchichte hat keine Beweiſe aufbewahrt, daß einer dieſer Herren Gewinn von ſeinen Unternehmungen gezogen; Münzen aus jener Zeit, die mit alchemiſtiſchen Zeichen verſehen ſind, galten zwar lange als Belege dafür, allein es iſt erwieſen, daß dieſe Zeichen nur Merkmale der verſchiedenen Münzmeiſter waren, wie dieſe ſich noch jetzt oft beſondere Abzeichen wählen. Wohl aber berichtet die Geſchichte die Entdeckung vieler alchemiſtiſcher Betrügereien und die Beſtrafung der Uebelthäter aus jener Zeit.

Die Erfolgloſigkeit, welche die derartigen Bemühungen der Regenten aus der Mitte des 17. Jahrhunderts hatten, hielt indeß ſpäter einzelne Fürſten nicht ab, doch noch der Alchemie ſich anzunehmen. Chriſtian IV. von Dänemark ernannte 1646 einen gewiſſen Kaspar Harbach zu ſeinem Leibalchemiſten; ſein Nachfolger Friedrich III., welcher von 1648 bis 1670 regierte, traute ebenſo unbedingt einem Italiener Borri, welcher ſich ihm als Beſitzer des Steins der Weiſen und als Herr über verſchiedene böſe Geiſter zu erkennen gab. — In Deutſchland war Kaiſer Ferdinand III. (die Zeit ſeiner Regierung fällt zwiſchen 1637 und 1657) ein beſonderer Patron der Alchemiſten; Richthauſen, der Ueberbringer der Subſtanz, womit die Seite 171 erwähnte großartige Transmutation von Queckſilber in Gold bewerkſtelligt wurde, wurde von ihm zum Freiherrn von Chaos ernannt, obgleich derſelbe die Bereitung des Steins der Weiſen ſelbſt zu kennen leugnete; auch der Kaiſer Leopold I. (welcher von 1658 bis 1705 regierte) bezeigte den Alchemiſten beſondere

Patrone der Alchemie. Aufmerkſamkeit; den Auguſtinermönch Wenzel Seyler, welcher ihm angeblich Zinn in Gold verwandelte (vgl. Seite 172), ernannte er zum Freiherrn von Reinersberg, und der Betrug, den dieſer geſpielt hatte, wurde erſt zu ſpät entdeckt. So ließe ſich noch eine ganze Reihe von Fürſten nennen, welche die Alchemie mit ihrem Patronat beehrten; es möge genügen anzuführen, daß ſelbſt noch König Friedrich II. von Preußen, welcher ſpäter die Alchemie gern verſpottete, doch früher alchemiſtiſchen Beſchäftigungen nicht ganz abhold war, wie man daraus ſchließen darf, daß 1751 eine Frau von Pfuel aus Sachſen mit zwei Töchtern nach Potsdam kam, um unter des Königs Protection und auf ſeine Koſten ſich der Zerlegung und Vermehrung des Goldes zu widmen. Ein beſonderer Erfolg wird indeß nicht gemeldet.

Im Allgemeinen hatten die Alchemiſten, wenn ſie ſich an den Höfen großer Herren aufhielten, eine ſehr ſchwierige Stellung. Entweder bekannten ſie, daß ſie mit der Darſtellung des Steins der Weiſen noch nicht ganz im Reinen wären und ſie nur verſuchen wollten, und dann jagte man ſie bald mit Schimpf und Schande fort, weil ſie nichts zu Stande brachten, oder ſie waren weniger ehrlich, und machten Gold; dann wurden ſie nach Befund der Sachlage gehängt oder gefoltert; — erſteres, wenn ihnen eine Betrügerei nachgewieſen wurde: um ſie zu ſtrafen, — letzteres, wenn ſie es ſo geſchickt gemacht hatten, daß ihre Operation als eine wirkliche Metallverwandlung anerkannt wurde: um in den Beſitz ihres Geheimniſſes zu kommen. Daß ihnen dieſes Loos bei großen Herren blühe, ſtellt ſchon Albertus Magnus im 13. Jahrhundert in ſeinem Tractat de alchymia den Alchemiſten vor, und ermahnt ſie, alle Beziehungen zu Fürſten zu meiden; und noch im 18. Jahrhundert machten mehrere Anhänger der ſpagiriſchen Kunſt dahin einſchlagende traurige Erfahrungen. Die Geſchichte der Alchemie kümmerte ſich nicht viel um diejenigen, welche ihre Unwiſſenheit zu bekennen keinen Anſtand nahmen; genauere Notizen hat ſie uns über die Entdeckung von Betrügereien aufbewahrt, und über die Grauſamkeit, mit welcher habſüchtige Mächtige von vermeintlichen Adepten die Mittheilung des Geheimniſſes zu erzwingen ſuchten.

Das Verfahren der meiſten Großen gegen die Alchemiſten gleicht dem, welches nach dem Zeugniſſe gleichzeitiger Geſchichtsſchreiber ſchon am Ende

Beſtrafung entlarvter Betrüger.

des 9. Jahrhunderts der Kalif Almanſur gegen den Arabiſchen Arzt Rhaſes eingeſchlagen hatte. Der Kalif war ein Liebhaber der Alchemie, was den Arzt bewog, eine alchemiſtiſche Schrift zu verfaſſen und jenem zu überreichen, wofür ihm eine anſehnliche Belohnung zu Theil wurde, welche er aber zurückgeben mußte und an deren Stelle er die Baſtonade erhielt, als die von ihm beſchriebenen Proceſſe falſch befunden worden waren. Im Abendlande ging es gerade ſo. Die Fürſten beſchützten die Alchemie, munterten dazu auf, waren ungeduldig, wenn Einer, der ſich das große Werk zu verſuchen gemeldet hatte, nicht bald zum Ziele kam, und wenn ſie dann, wie es kommen mußte, betrogen wurden, ſo rächten ſie ſich nach Kräften. In welcher Art und durch welche Kunſtgriffe die Betrügereien meiſt ausgeführt wurden, werde ich unten noch genauer angeben. So ließ 1575 Herzog Julius von Braunſchweig-Lüneburg eine Alchemiſtin Anna Maria Ziegler, genannt Schlüter's Ilſe, in einem eiſernen Stuhle verbrennen, weil ſie ihm Gold zu machen verſprochen hatte, aber des Betrugs überwieſen worden war. — Viele Abenteurer durchzogen um jene Zeit als Alchemiſten Europa, die meiſt nur kurze Berühmtheit erlangten, um der Strafe ihrer Betrügereien zu unterliegen. Dahin gehört ein gewiſſer Graf Mamugnano, der unter dieſem Namen von 1578 an Italien durchſtreifte, vor großen Herren Gold machte, ihnen auch Recepte dazu für gutes Geld verkaufte, und ſtets fort war, ehe die Betrügerei entdeckt wurde. Er fand 1588 für gut, Italien zu verlaſſen, und in Deutſchland als Graf Bragadino ſeine Künſte zu zeigen; in Wien machte er eine Metallverwandlung und legitimirte ſich als ächten Adepten, in München aber ging es ihm 1590 weniger gut; er ward des Betrugs und der Führung eines falſchen Namens für überführt erklärt, und in einem mit Flittergold beklebten Kleide an einem gleichfalls vergoldeten Galgen aufgehängt. Dies war überhaupt die Strafe, welche für falſche Alchemiſten üblich war; ſie traf auch 1597 einen gewiſſen Georg Honauer, welcher den vorhin erwähnten Herzog Friedrich von Würtemberg in wenigen Jahren um zwei Tonnen Goldes betrogen haben ſoll. Der Herzog ließ den eiſernen Galgen, den überlebenden Alchemiſten zum warnenden Exempel, ſtehen, und er wurde auch noch mehrmals gebraucht. — Am Ende des 17. und im Anfang des 18. Jahrhunderts gab es noch ſolche Glücksritter in Menge, die vorzüglich erſt Ruf bekamen, wenn durch Criminalunterſuchung ihr Lebenslauf und ihre, gewöhnlich unter ſehr verſchiedenen

Beſtrafung entlarvter Betrüger. Namen gehegte, vielſeitige Thätigkeit bekannt wurde. Chriſtian Wilhelm von Krohnemann gehört hierher, welcher von 1677 bis 1686 am Hofe des Markgrafen Georg Wilhelm von Baireuth den Adepten ſpielte, Gold machte, und vorzüglich darin excellirte, das Queckſilber härten zu können, wodurch es ſich in reines Silber verwandelte. Viele Perſonen betrog er, bis ſeine Taſchenſpielereien 1686 erkannt wurden, wo man ihn dann in Culmbach aufhängte, mit der Beiſchrift:

Ich war zwar, wie Merkur wird fir gemacht, bedacht,
Doch hat ſichs umgekehrt, und ich bin fir gemacht.

Großartiger noch in jeder Beziehung trieb es Don Dominico Manuel Caëtano, Conte de Ruggiero, welcher ein Bauersſohn aus Neapel war, ſich als Taſchenſpieler lange Zeit umhertrieb, und 1695 plötzlich als Inhaber des Steins der Weiſen in Madrid unter dem Namen Don Caëtano auftrat. Er erregte hier ſolches Aufſehen, daß ihn der kurbairiſche Geſandte daſelbſt aufforderte, nach Brüſſel zum Kurfürſten Maximilian Emanuel von Baiern zu gehen, welcher damals Generalgouverneur der öſterreichiſchen Niederlande war. Caëtano folgte dem Rath und ging nach Brüſſel, wo er den Kurfürſten bald durch ſeine Künſte vollkommen gewann. Der Fürſt ſuchte den Adepten möglichſt an ſich zu feſſeln, machte ihn zum Feldmarſchall, zum Chef eines Infanterieregiments, zum Titularcommandant von München u. ſ. w., merkte aber erſt ſpät, daß er nur Geld ausgab, ohne welches einzunehmen. Als man genauer auf den Alchemiſten achtete, ſuchte dieſer zu entfliehen, und da man hierauf zur genauern Unterſuchung ſchritt, wurden ſeine Betrügereien klar. Der Kurfürſt ließ ihn 1698 nach Baiern abführen, um ihn dort gefangen zu halten, aber 1704 war er ſchon wieder auf freiem Fuß, und trat nun als Graf Ruggiero in Wien auf, wo er ſolche Transmutationen machte, daß ihn Kaiſer Leopold I. in ſeinen Dienſt nahm, um den Stein der Weiſen für ihn in großem Maßſtabe auszuarbeiten. Indeß ſtarb der Kaiſer, und Ruggiero trat nun in Dienſte des damals in Wien reſidirenden Kurfürſten Johann Wilhelm von der Pfalz, welchem er binnen ſechs Wochen 72 Millionen Thaler in Gold zu liefern verſprach. Ehe aber noch die Zeit um war, hatte er ſich ſchon mit den erhaltenen Vorſchüſſen entfernt. Als Graf Caëtano trat er nun 1705 in Berlin auf, wo ihn König Friedrich I. gut aufnahm, hinſichtlich ſeiner alchemiſtiſchen Kunſt von angeblich Sachverſtändigen prüfen ließ,

Beſtrafung entlarvter Betrüger.

und endlich der Gnade würdigte, in ſeiner Gegenwart, der des Kronprinzen und vieler anderen hohen Herren, das Queckſilber pfundweiſe in Gold verwandeln zu dürfen. Caëtano ſicherte dem Könige zu, binnen ſechzig Tagen Gold und Silber im Werthe von ſechs Millionen Thaler machen zu wollen; er ward dafür wie ein Fürſt geehrt und zum General der Artillerie ernannt. Bald merkte man indeß, daß der Adept große Luſt hatte, auf Reiſen zu gehen; dazu kamen Nachrichten von dem Kurfürſten von der Pfalz und aus Wien, welche den Künſtler genauer kennen lehrten. Er wurde verhaftet und nach Küſtrin gebracht; er entfloh, wurde aber in Frankfurt a. M. wieder eingeholt; und da er mit dem beſten Willen kein Gold machen konnte, wie er es zugeſagt hatte, ſo wurde er 1709 nach gewohnter Weiſe vergoldet und gehängt. — Die deutſchen Induſtrieritter blieben indeß den italieniſchen nichts ſchuldig, und Caëtano fand einen würdigen Nebenbuhler an Johann Hector von Klettenberg aus Frankfurt, der, wegen eines unglücklichen Zweikampfs flüchtig, ſich ſein Leben mit der Alchemie zu friſten ſuchte. In Mainz, Bremen, Prag machte er Gold und betrog die Reichen; unter verändertem Namen, als Baron Wildeck, trieb er daſſelbe bei dem Herzog von Weimar; unter ſeinem eigenen wieder ging er zu dem König Auguſt II. von Polen nach Dresden, dem er die Ausarbeitung des Steins der Weiſen verſprach, ſich dafür zum Kammerherrn ernennen ließ, und an dem großen Werke nichts that, bis die Geduld des Königs ein Ende hatte, welcher ihn auf den Königsſtein abführen und dort 1720 enthaupten ließ.

Behandlung anerkannter Adepten.

Man war indeß trotz ſo zahlreicher Beiſpiele weit entfernt, aus den vielen Betrügereien auf die Grundloſigkeit der Alchemie überhaupt zu ſchließen. Wo die Betrügerei nicht klar vor Augen lag, da mußte der, welcher eine Metallverwandlung bewirkt hatte, als Adept gelten, und hartes Gefängniß oder Tortur wurden angewandt, um von ihm die Mittheilung, wie der Stein der Weiſen darzuſtellen ſei, zu erpreſſen. So befahl 1591 Kaiſer Rudolph II., den oben (Seite 197) genannten Kelley feſtzuſetzen, bis er ſein Geheimniß ihm mittheile; dieſer konnte der Bedingung nicht genügen, ſuchte ſich auf andere Weiſe frei zu machen, und ſtarb 1597 an den Folgen eines Falles, welchen er bei einem Verſuche zur Flucht gethan. — Aehnlich ging es dem David Beuther 1582 in Dresden (vergl. Seite 173), welcher nach Urtheil und Spruch bis zur Mitthei-

Behandlung anerkannter Adepten. lung ſeiner Methode, den Stein der Weiſen darzuſtellen, gefoltert werden ſollte; der Tag zur Ausführung der Sentenz war ſchon anberaumt, und Beuther entging der Tortur nur durch das Verſprechen, ſeine Künſte offen angeben zu wollen, entzog ſich aber der Erfüllung durch ſchnellwirkendes Gift. — Auf dieſelbe Art wurde noch 1603 wieder in Dresden Alexander Setonius behandelt, ein ſchottiſcher Edelmann, welcher in der Geſchichte der Alchemie eine zu bedeutende Rolle ſpielt, als daß wir ſeiner hier nicht ausführlicher erwähnen ſollten.

Setonius. Alexander Setonius Scotus, wie dieſer Adept ſich eigentlich ſchrieb, ob er gleich unter dem Namen Cosmopolita reiſete, wurde zuerſt 1602 als Beſitzer des Steins der Weiſen bekannt. Um dieſe Zeit trat er in den Niederlanden auf, und eine Menge Transmutationen wurden von dort bekannt. Es iſt billig, hier zu bemerken, daß bei keiner Metallverwandlung, welche von ihm ausging, je über Betrügerei Klage erhoben wurde. Im Jahre 1603 war er in der Schweiz und im Elſaß, wo er gleichfalls jedem Zweifler gern den Argwohn durch das Experiment der Verwandlung unedler Metalle in Gold benahm. In Straßburg war er die Urſache, daß ein dort geachteter Bürger, ein Goldſchmidt Güſtenhöver, in's Verderben geſtürzt wurde. Zu dieſem kam ein Fremder, welcher allen Umſtänden und der ganzen Beſchreibung nach Setonius geweſen ſein muß, miethete des Goldſchmidts Werkſtatt für kurze Zeit zu einer chemiſchen Arbeit, und ſchenkte dieſem zur Belohnung ein wenig von dem Stein der Weiſen, in deſſen Beſitz er war. Güſtenhöver ſäumte nicht, die Wirkſamkeit deſſelben zu erproben, und zwar vor Zeugen; das Gerücht des glücklichen Erfolges verbreitete ſich ſchnell, und Güſtenhöver wurde dabei nicht allein als Beſitzer, ſondern auch als Verfertiger des Steins der Weiſen genannt. Dieſe Sache konnte dem großen Alchemiſtenfreund Rudolph II. in Prag nicht verborgen bleiben; er forderte von dem Rath von Straßburg Bericht, und da dieſer eine Verwandlung von Blei in Gold conſtatirte, ſo ließ ſich der Kaiſer den Goldſchmidt nach Prag bringen, wo dieſer mit aller Gewalt Gold machen ſollte, und zwar viel. Alle Betheuerungen ſeiner Unſchuld und Unwiſſenheit halfen dem armen Güſtenhöver nichts; des Kaiſers Befehl, ihn gefangen zu halten, bis er den Stein der Weiſen darſtelle, ließ ihn nie ſeine Freiheit wieder erlangen.

Setonius ſelbſt ging von Straßburg nach Frankfurt; hier und in

Behandlung anerkannter Adepten. Setonius.

dem benachbarten Offenbach machte er oft aus unedlen Metallen Gold. Später finden wir ihn in Köln wieder, dann in Hamburg. Im Herbſte 1603 kam er nach Croſſen in Sachſen, wo damals der kurfürſtliche Hof ſich aufhielt. Durch ſeinen Diener ließ Setonius vor Kurfürſt Chriſtian II. aus Blei Gold machen, und die Transmutation gelang, ohne daß an Betrug zu denken war. Kurfürſt Chriſtian hatte nicht ſobald die Ueberzeugung gewonnen, daß die Alchemie eine feſte Baſis habe, als er auch ſchon den Entſchluß faßte, das Geheimniß mit Gewalt zu erwerben. Er ließ Seton verhaften, und nach Dresden bringen. Der unglückliche Adept wurde wiederholt aufgefordert und mit der Folter bedroht, die Darſtellung des Steins der Weiſen dem Kurfürſten zu lehren. Er blieb ſtandhaft, ſelbſt als die Drohungen zur That geworden waren und er die verſchiedenen Foltergrade aushielt, von welchen man nicht abließ, als bis man die Ueberzeugung gewonnen hatte, daß wiederholte Tortur ihn tödten müſſe. — Er wurde nun zu lebenslänglicher Gefangenſchaft verurtheilt, und die Haft ihm möglichſt qualvoll gemacht, um ſeine Standhaftigkeit aufzureiben und ein Geſtändniß zu erzwingen.

Sendivogius.

Zu jener Zeit hielt ſich in Dresden ein polniſcher Edelmann, Michael Sendivogius, auf. Er ſuchte die Gunſt des Kurfürſten und ſein Vertrauen zu gewinnen, und erhielt von ihm die Erlaubniß, den Gefangenen beſuchen zu dürfen. Sendivogius verſtändigte ſich mit Seton, dieſen aus ſeiner Haft zu befreien. Vom Kurfürſten zum Beſuche des Adepten berechtigt, erregte ſein häufiger Aufenthalt bei dieſem keinen Argwohn, und er konnte alle ſeine Vorbereitungen ungeſtört treffen. Die Flucht gelang; Sendivogius kam mit Seton glücklich in Krakau an, allein der Letztere ſtarb an den Folgen der erlittenen Mißhandlungen noch 1604. Selbſt ſeinem Befreier theilte der Adept nicht ſein Geheimniß mit, doch ſchenkte er ihm eine beträchtliche Menge des Steins der Weiſen, welche er in Dresden noch verborgen hatte und die nach ſeiner Flucht glücklich gerettet worden war.

Sendivogius begnügte ſich nicht, das Mittel in Händen zu haben, um reich zu werden, ſondern ſeine Eitelkeit verleitete ihn, ſich ſelbſt für einen Adepten auszugeben. So ging er noch 1604 nach Prag, und machte dort die Seite 197 erwähnte Transmutation. Sein Ruf ſtieg ſchnell, und Herzog Friedrich von Würtemberg lud ihn ein, Stuttgart mit ſeiner Anweſenheit zu beehren. Sendivogius folgte der Ein-

Behandlung anerkannter Adepten. Sendivogius.

ladung; ſchon 1605 kam er in Würtemberg an, wo er die beſte und ehrenvollſte Aufnahme fand. Aber auch Neider wurden bald gegen ihn rege; der bis zu ſeiner Ankunft am Stuttgarter Hofe hochgeſchätzte Hofalchemiſt von Müllenfels fand vorzüglich ſein Anſehen gefährdet, im Bewußtſein, ſelbſt von der Darſtellung des Steins der Weiſen nichts zu wiſſen. Müllenfels hatte ſich auch nie beſonders darauf gelegt, da er erfahren hatte, daß man auch ohne dies für einen guten Alchemiſten gelten kann; er hieß eigentlich Müller und hatte die Barbierkunſt gelernt, auf der Wanderſchaft hatte er mit Alchemiſten Bekanntſchaft gemacht, denen er einige Kunſtſtücke abſah. Mit dieſen ausgerüſtet, hatte er ſich dem Kaiſer Rudolph präſentirt, vor ſeinen Augen in den Tiegel Blei gethan und dann Gold herausgenommen, was den erlauchten Herrn amüſirte, welcher ihn zum Herrn von Müllenfels ernannte und gnädig laufen ließ. Er hatte ſich dann nach Stuttgart gewendet, und hier ſah er in Sendivogius plötzlich einen Nebenbuhler, der ihm gefährlich werden konnte. Er beſchloß ihn zu verderben; zu dem Ende verleitete er ihn zur Flucht, indem er ihm zuſtecken ließ, Herzog Friedrich habe mit ihm im Sinn, was Kurfürſt Chriſtian an Setonius verſucht hatte; der Pole floh, aber Müllenfels fing ihn auf eigene Hand auf, beraubte ihn ſeines Vorraths an der goldmachenden Subſtanz, und hielt ihn gefangen. Müllenfels präſentirte ſich nun ſeinem Herrn als wahrer Adept, der ſoviel wie Sendivogius leiſten könne, und ward reich belohnt. Aber der Pole erſah ſich eine Gelegenheit zur Flucht; er hatte die Falſchheit ſeines Kunſtgenoſſen erkannt, und wandte ſich aus der Ferne klagend an den Herzog. Müllenfels ward verhaftet, geſtand ſeine Uebelthat, und wurde 1607 an den eiſernen Alchemiſtengalgen gehängt. Sendivogius erhielt indeß nicht zurück, was ihm an Tinctur geſtohlen worden war; was er ſpäter noch an Metallverwandlungen producirte, wird leichtlich als Betrügerei erkannt. Er blieb übrigens als Adept doch noch in Anſehen, ſchriftſtellerte auch fleißig über die Kunſt, den Stein der Weiſen zu machen, und ſtarb 1646.

Aehnliche Maßregeln, wie gegen Seton, wurden in Frankreich ergriffen, um der Regierung das Geheimniß der Goldmacherkunſt zu erwerben, oder es wenigſtens nicht in anderen Händen zu laſſen. Ein gewiſſer

Dubois.

Dubois, auf welchen durch Geſchenk und Erbſchaft von Flamel her eine Portion des Steins der Weiſen gekommen ſein ſollte, und welcher vor

dem Cardinal Richelieu und dem König Ludwig XIII. Beweiſe für die Möglichkeit der Metallveredlung ablegte, wurde, als er nach längerer Haft die Darſtellungsmethode der Tinctur nicht angeben konnte oder wollte, zum Tode verurtheilt und gehängt. Behandlung anerkannter Adepten. Dubois.

Das grauſame Verfahren wider diejenigen Alchemiſten, gegen welche man keine Beſchuldigung der Betrügerei erhob, wurde ſtets als einer der ſtärkſten Beweisgründe für die Wahrheit ihrer Kunſt angeſehen. Sicher bleibt es ſchwer begreiflich, wie man, wenn die Unmöglichkeit der Metallverwandlung anzunehmen iſt, ſich in dem Grade von ihrer Exiſtenz verſichert wähnen konnte, daß alle Mittel eines rohen Zeitalters zur Erlangung des Geheimniſſes aufgeboten wurden. Ich erwähne einiger ſolcher Vorgänge noch, weil ſie mit dem Erſcheinen faſt aller der Alchemiſten in Verbindung ſtehen, welche für wahre Adepten gehalten wurden.

Setonius' Schickſal mochte die Alchemiſten, welche ſich ihrer Kunſt gewiß glaubten, vorſichtig machen. So bietet der erſte Adept, der ſich nach jenem zeigte, eine der geheimnißvolleren Erſcheinungen in der Geſchichte der Alchemie. Von 1640 bis 1666 zeigt ſich nach einander in den verſchiedenen Ländern Europa's ein Alchemiſt, welchen alle Kunſtverſtändigen als einen der größten Meiſter ihres Faches verehren. Den Fachgenoſſen nennt er ſich Philaletha, für den großen Haufen und die wißbegierigen Diener der öffentlichen Sicherheit hatte er ſtets eine Menge anderer Namen in Bereitſchaft. Bald unter dieſem, bald unter jenem Namen auftretend, aber ſtets wieder als derſelbe erkannt, ſetzte er durch ſeine Transmutationen Alle in Erſtaunen. Nach 1688 hörte man nichts mehr von ihm. Philaletha.

Zwölf Jahre ſpäter durchzieht ein anderer Meiſter ſeiner Kunſt Europa; weniger zurückhaltend, aber immer noch vorſichtig genug, um ſich vor näherer Bekanntſchaft mit großen Herren, welche Liebhaberei an ſeiner Kunſt finden könnten, zu hüten. Er nannte ſich Laskaris, und wollte Vorſteher eines griechiſchen Kloſters auf Mitylene ſein. Er war klug genug, um ſelten ſelbſt die Metallveredlung zu zeigen, aber dafür theilte er gern Andern von dem Stein der Weiſen mit, damit ſo die Richtigkeit der Alchemie bewieſen werde. Unter den Emiſſären, welche er zur Bekehrung der Zweifler ausſandte, iſt beſonders Johann Friedrich Böttícher bekannt geworden. Dieſer war 1701 Lehrling in einer Berliner Apotheke, deren Beſitzer als Alchemiſt bekannt war; in dieſer Stellung Laskaris. Bötticher.

Behandlung anerkannter Adepten. Bötticher.

machte Bötticher Bekanntſchaft mit Laskaris, welcher die Apotheke einmal beſuchte; er erhielt von dieſem, der ihn in ſeine Wohnung einlud, eine ziemlich bedeutende Menge des Steins der Weiſen, mit dem Auftrag, in einigen Tagen, nach der Abreiſe des Gebers, die Wirkung zu verſuchen und öffentlich zu zeigen. Die Verwandlung des Queckſilbers in Gold gegelang vortrefflich und vor mehreren Zeugen.

Bötticher war eitel genug, wie Sendivogius, ſich für den Urheber der Tinctur auszugeben. Die Transmutationen wurden ſchnell bekannt und König Friedrich I. gab Befehl, ſich des Adepten zu verſichern. Bötticher floh noch zu rechter Zeit über die ſächſiſche Grenze nach Wittenberg; der König von Preußen verlangte ſeine Auslieferung, und zwar in einer Art, welche dem angeblichen Adepten eine ungemeine Wichtigkeit beilegte. Bei der Abweſenheit des Regenten (König Auguſt II. von Polen befand ſich gerade in Warſchau) wagte die ſächſiſche Regierung nicht, in einer möglicher Weiſe ſo folgereichen Angelegenheit zu entſcheiden; die Auslieferung wurde vorläufig verweigert, und an den König nach Warſchau berichtet. Der preußiſche Hof drang indeß fortwährend auf Uebergabe des Adepten, und die Sache wurde mit ſolchem Ernſt behandelt, daß man in Sachſen eine Ueberrumpelung Wittenbergs, wo Bötticher noch immer ſich befand, durch die Preußen fürchtete, und für Verſtärkung der dortigen Beſatzung Sorge trug. Der Generalgouverneur des Kurfürſtenthums, Fürſt von Fürſtenberg, ließ den Adepten nach Dresden bringen, und wurde durch die in ſeinem Beiſein angeſtellten Verſuche überzeugt, daß Bötticher das Geheimniß der Goldmacherkunſt beſitze. Fürſtenberg begab ſich nun ſelbſt nach Warſchau zu Auguſt II., wohin er die angeblichen Mittel, Gold darzuſtellen, mitnahm, und ſie mit dem König gemeinſam verſuchte. Als Reſultat erhielt man indeß kein Gold; dieſe mißlungene Operation ſchwächte aber das Vertrauen zu Bötticher's Kunſtfertigkeit nicht im Geringſten. Dieſer wurde in den Adelſtand erhoben, aber doch nicht außer Augen gelaſſen. Der König ſuchte ihn fortwährend durch gnädige Behandlung zur offenen Mittheilung ſeines Geheimniſſes zu bewegen; er bewilligte alle ſeine Wünſche; der Ton ſeiner vielfachen Briefe an Bötticher iſt faſt mehr als herablaſſend, und in eigenhändigem Schreiben gratulirte der König ſeinem Alchemiſten zum neuen Jahr. Doch ließ man es von Anfang an auch an ſtrenger Bewachung nicht fehlen, um die Art kennen zu lernen, wie Bötticher den Stein der Weiſen bereite, und

Behandlung anerkannter Adepten. Böttcher.

um ſeiner ſicher zu ſein, da dem Alchemiſten in Dresden nichts weniger als wohl zu Muthe war, und er nach einer guten Gelegenheit zur Flucht ſich umſah. Die Bewachung war anfänglich wenig merkbar, trat aber immer deutlicher hervor, als Bötticher aufmerkſam wurde, und ſich ihr zu entziehen ſuchte, beſonders als die ihm von Laskaris übergebene Quantität Tinctur zu Ende ging. Zuletzt wurde er auf die Feſtung Königsſtein gebracht.

Nach einigen Nachrichten ſoll die letztere ſtrenge Maßregel beſonders dadurch hervorgerufen worden ſein, daß auch von außen an Bötticher's Befreiung eifrig gearbeitet wurde. Nach dieſen Erzählungen hielt es Laskaris, dem alles bis hierher Erwähnte bekannt geworden war, für ſeine Pflicht, dem unbeſonnenen Jüngling zu helfen. Laskaris ging deßhalb nochmals nach Berlin, und vertrauete ſich einem Freunde Bötticher's, einem gewiſſen Dr. Paſch an. Dieſen ſchickte er nach Dresden, mit dem Auftrage, dem Könige für Bötticher's Freilaſſung 800,000 Ducaten zu bieten, welche man in Holland erheben könne. Paſch ging nach Dresden, und theilte ſeine Aufgabe einigen hochſtehenden Verwandten mit. Dieſe verſprachen ihm, für dieſen Preis Bötticher's Freilaſſung ſelbſt bewirken zu wollen, da ein ſo hohes Löſegeld den König nur in ſeinem Vertrauen zu Bötticher's Adeptenkunſt beſtärken könne. Man veranſtaltete eine Communication zwiſchen Bötticher und Paſch, allein die Sache ward entdeckt, und Bötticher auf den Königsſtein, Paſch auf den Sonnenſtein abgeführt. Nach $2\frac{1}{2}$ Jahren ſuchte Letzterer, mit Hülfe eines Soldaten der Beſatzung zu flüchten, was ihm auch gelang, allein ein ſchwerer Fall bei ſeiner Entweichung hatte ſeine Geſundheit zerſtört. Er kehrte nach Berlin zurück, erzählte dort ſeine Schickſale (die durch ſeinen Verkehr mit einem Adepten ſo viel Intereſſe hatten, daß ſelbſt der König Friedrich I. ſeine mündliche Berichterſtattung verlangte), und ſtarb bald.

Bötticher blieb nicht lange auf dem Königsſtein; er wurde nach Dresden zurückgebracht, um deſto eher willig gemacht zu werden, an dem Stein der Weiſen zu arbeiten. Ein Verſuch zur Flucht mißlang, und ließ nur ſeine Haft ſtrenger werden, wobei ihm jedoch immer Freiheit und Belohnung zugeſichert wurde, wenn er den Stein der Weiſen machen lehre. Bötticher ſelbſt beſtärkte immer noch die Anſicht, daß er Gold machen könne, und ſchloß noch 1704 darüber einen beſondern Contract mit dem Könige ab. Als eins der koſtbareren Beſitzthümer der Krone Sachſen

Behandlung anerkannter Adepten. Bötticher.

wurde er 1706 noch einmal mit anderen Kleinodien auf den Königsſtein in Sicherheit gebracht, als Sachſen von einer ſchwediſchen Invaſion bedroht wurde. — Bis 1707 hatte des Königs Langmuth ausgehalten, womit dieſer auf den Beſitz des Mittels, Schätze zu erlangen, hoffte; nun indeß nahm der Monarch die Sache ernſter, und drohte dem Alchemiſten mit ſeinem Zorne, wenn er nicht ſeine Verſprechungen erfülle. In dieſer Lage konnte ſich Bötticher auf das Loos gefaßt machen, welches Bragadino, Krohnemann und Andere erfahren hatten; ihn rettete allein ein günſtiges Ereigniß, die Entdeckung der Porzellanbereitung, auf welche er, nach dem Rath verſtändiger Freunde, ſchon längere Zeit gearbeitet hatte. Auf dieſe Entdeckung hin wagte es Bötticher, dem König zu geſtehen, daß er nie die Kunſt beſeſſen habe, den Stein der Weiſen zu machen. Der König, überraſcht durch die Vortheile, welche die Fabrication des Porzellans ihm bringen mußte, verzieh dem Alchemiſten, der nun, wegen der Bewahrung des neuen Geheimniſſes zwar immer noch beaufſichtigt, aber doch weniger in ſeiner perſönlichen Freiheit beſchränkt, Director der Porzellanmanufactur wurde, in welcher Eigenſchaft er 1719 ſtarb.

Lascaris.

In ähnlichem Auftrage, wie Bötticher, wurden noch viele Andere von einem Unbekannten mit kleinen Mengen des Steins der Weiſen ausgerüſtet, und die Zeit zwiſchen 1700 und 1720 iſt vorzugsweiſe reich an Transmutationsgeſchichten, welche die Anhänger der Alchemie als vollkommen unverdächtige zur Stütze der Wahrheit ihrer Kunſt anführen. Bei mehreren dieſer Metallverwandlungen, wo die Inhaber des Steins der Weiſen ſich darüber ausſprachen, wie ſie dazu gekommen waren, paßt die Beſchreibung der Perſönlichkeit des unbekannten Gebers ſehr auf Lascaris. Er ſoll es geweſen ſein, der namentlich Caëtano (Seite 202) eine kleine Menge des Steins der Weiſen mitgetheilt, der dem Baron Dierbach (Seite 176) das goldmachende Pulver gegeben, und dem Landgraf Ernſt Ludwig von Heſſen-Darmſtadt (Seite 172) die unzweideutigſten Beweiſe für die Möglichkeit der Metallverwandlung in die Hand gegeben haben ſoll. Lascaris ſoll es geweſen ſein, der 1716 eine kleine Menge der ſilbermachenden Subſtanz nach Wien ſandte, um damit die Zweifler zu bekehren, und ſo eins der merkwürdigſten Ereigniſſe, welche für die Wahrheit der Alchemie ſprechen, veranlaßt haben. Um die Wirkung dieſer kleinen Menge Tinctur zu prüfen, vereinigten ſich am 19. Juli 1716 der öſterreichiſche Vicekanzler Graf Joſeph von Würben und Freudenthal, Graf Ernſt und Freiherr

Wolf von Metternich, der königlich preußiſche Geſandte am Wiener Hof, Staatsrath Ernſt, und der Brandenburg-Culmbachſche Geſandte, Geheime-Rath Wolf. Die Verſuche wurden angeſtellt in dem Hauſe des Commandanten von Wien, des Generalfeldzeugmeiſters Grafen von Rappach, und das Protocoll wurde aufgenommen von dem fürſtlich ſchwarzburgſchen Hofrath Panzer. Dieſe Herren beſchreiben die Tinctur dem Ausſehen nach wie Salz; es war ein Körnchen, ſo groß als man es im Auge leiden kann, und wog ein Loth Probirgewicht. Sie vermieden den Gebrauch aller Tiegel, machten eine gewöhnliche Kupfermünze, dergleichen im Wiener Armenhaus ausgetheilt wurden, glühend, warfen das Stückchen Tinctur an Wachs geklebt darauf, und löſchten ſodann das Metall in Waſſer ab. Bei dem Herausnehmen fand man die Kupfermünze in eine gleiche von weißem Metall verwandelt, das ſich bei dem Cupelliren als 14löthiges Silber erwies. Das Stückchen Tinctur hatte dem Anſchein nach unverändert auf der Kupfermünze gelegen, als dieſe abgelöſcht wurde; das Waſſer, worin es aufgenommen worden war, zeigte ſich gleichfalls noch metallveredlend, denn Kupfermünzen geglüht und darin abgelöſcht zeigten ſich gleichfalls in Silber verwandelt. Ein Gewichtstheil der Tinctur brachte hier ungefähr 10,000 Gewichtstheile Silber hervor; es wog zugleich das in Silber verwandelte Kupfer um den achten Theil mehr, als ſein Gewicht vor der Verwandlung betragen hatte. Der ganze Vorgang wurde genau protocollirt, und von den Anweſenden in memoriam et fidem rei sic gestae factaeque verae transmutationis, wie das Protocoll ſagt, dieſes unterſchrieben und beſiegelt; nach einer gerichtlich beglaubigten Abſchrift iſt es ſpäter gedruckt worden. [Behandlung anerkannter Adepten. Laskaris.]

Daß Laskaris der Ueberſchicker der Subſtanz geweſen ſei, deren metallverwandelnde Kraft hier erprobt wurde, iſt nur eine Annahme, welche deßhalb für wahrſcheinlich gehalten wurde, weil er ſeiner Zeit der einzige Alchemiſt war, deſſen Meiſterſchaft von Niemand in Zweifel gezogen wurde, und weil Niemand wohl einen ſolchen Gegenſtand an Unbekannte wegſchenkte, wenn er ihn nicht ſelbſt verfertigen konnte. Bloße Vermuthung iſt es auch, daß Laskaris der Unbekannte geweſen ſei, welcher der Gräfin Erbach Silbergeräth in Gold verwandelte (Seite 173). Nach 1720 hat man von ihm weiter nichts mehr gehört.

Die Geſchichte der Alchemie erzählt noch von einem Adepten, der, im Anfang weniger vorſichtig als Laskaris, beinahe Setonius' Schickſal [Sehfeld.]

Behandlung aner- kannter Adepten. Sehfeld.

getheilt hätte, allein der Gefahr noch entrann, und ſpäter ebenfalls für die Wahrheit der Alchemie nur dadurch zu kämpfen ſuchte, daß er an dritte Perſonen, welche ihn nicht kannten, Proben des Steins der Weiſen verſchenkte, und ſich dann jeder nähern Nachforſchung durch ſchleunige Flucht entzog. Dieſer Adept kam 1746 unter dem Namen Sehfeld in das Bad Rodaun bei Wien, miethete ſich dort bei dem Bademeiſter ein, und entdeckte ſich dieſem nach einigem Aufenthalt als Beſitzer der Kunſt, Gold zu machen. Er verwandelte Zinn in Gold, welches der Bademeiſter in die Wiener Münze trug und dort verkaufte. Allein auch die Familie des Bademeiſters wurde in das Geheimniß gezogen, und nun war es bald verbreitet. Dazu kam, daß die beträchtlichen Mengen Goldes, welche von Rodaun in die Wiener Münze verkauft wurden, letztern Orts Aufſehen erregten. Die Sache wurde bis in die höchſten Kreiſe hinauf beſprochen, und auf Befehl der Kaiſerin Maria Thereſia wurde Sehfeld verhaftet. In Wien wurde er ſcharf verhört, zuletzt ſogar unbarmherzig gegeißelt, um die Entdeckung des Geheimniſſes zu erpreſſen, er weigerte ſich indeß ſtandhaft, die Methode mitzutheilen, wie die Metallveredlung zu bewirken ſei. Als man die Ueberzeugung gewann, daß durch harte Behandlung nichts herauszubringen ſei, wurde er auf die Feſtung Temeswar abgeführt. Der Commandant dieſer Feſtung lernte ihn genauer kennen, gewann Intereſſe für ihn, und bemühte ſich am kaiſerlichen Hofe, eine Milderung ſeines Schickſals zu bewirken, was ihm indeß nicht gleich gelang. Kaiſer Franz I. jedoch, durch dieſe Umſtände aufmerkſam gemacht, bekümmerte ſich nun näher um die Sache und hörte namentlich den Bademeiſter aus Rodaun ſelbſt ab. Der Kaiſer wurde von der Kunſtfertigkeit Sehfeld's überzeugt; er ſuchte nun durch gütigere Behandlung ihn zu der Mittheilung des Geheimniſſes zu bewegen und entließ ihn von der Feſtung, ordnete ihm jedoch zwei Officiere zu, welche jede ſeiner Handlungen und namentlich ſeine chemiſchen Arbeiten genau bewachen ſollten. Mit einem Male aber waren der Adept und ſeine Wächter verſchwunden.

Weder von dem Erſteren noch von den Letzteren wurde wieder etwas gehört; Sehfeld mußte wohl gelernt haben, vorſichtig zu ſein. Ihn hielt man für den Fremden, der an Reuſſing (Seite 176) von dem Stein der Weiſen mittheilte; noch andere Transmutationsgeſchichten, welche um 1750 ſich zutrugen, ſchrieb man ſeiner Mitwirkung zu.

In das Vorhergehende habe ich die wichtigſten Thatſachen, welche die Anhänger der Alchemie anzuführen pflegen, eingeflochten; neuere werde ich unten bei der geſchichtlichen Betrachtung, wie der Glaube an die Alchemie abnahm, beizubringen Gelegenheit haben. Wir haben ebenſo geſehen, welches das Loos der Alchemiſten war, wenn ſie mit großen Herren zu thun hatten. Nicht viel beſſer erging es den Meiſten, welche für ſich, ohne hohes Patronat nachzuſuchen, an der Darſtellung des Steins der Weiſen arbeiteten.

Schickſale der privatiſirenden Alchemiſten.

Die Alchemiſten an Höfen wurden entweder als Unwiſſende fortgejagt, oder als Betrüger beſtraft, oder als Beſitzer des größten Geheimniſſes gefoltert. Die Alchemiſten, welche in Zurückgezogenheit in ihrer Kunſt ſich verſuchten, hat die Geſchichte nur wenig berückſichtigt, außer daß allenfalls die Literaturgeſchichte der hermetiſchen Kunſt, und dieſe iſt ſehr reichhaltig, ihre Namen nennt. Die fahrenden Alchemiſten ſind beſſer bekannt geworden, und haben meiſt ein böſes Ende genommen. Entweder galten ſie für Beſitzer des Steins der Weiſen, und dann lauerten ihnen habſüchtige Menſchen und neidiſche Kunſtgenoſſen auf, oder auch ſie ſuchten zeitlebens nach dem Stein der Weiſen in allen Ländern, fanden ihn nicht, und ſtarben in Verarmung.

Hinſichtlich der Gefahren, welche ein Alchemiſt ſich durch den erlangten Ruf der Meiſterſchaft zuziehen konnte, — wenn er ſich auch von Höfen entfernt hielt, wo man aus Gründen der Politik ſeine nähere Bekanntſchaft und Mittheilung hätte wünſchen können, — hat die Geſchichte viele Beiſpiele aufbewahrt. So wurde 1483 ein Alchemiſt, Ludwig von Neiſſe, der ſeine Kunſt zu Marburg producirt hatte, von einem heſſiſchen Edelmann, Hans von Dörnberg, ermordet, da dieſer in den Beſitz der Tinctur zu kommen wünſchte. So ging es auch 1556 einem Edelmann aus Guyenne, Denis Zachaire, welcher in Deutſchland reiſte und auf den Grund hin, daß man in ſeinem Beſitz den Stein der Weiſen wähnte, zu Köln von ſeinem Diener erſchlagen wurde. Sebaſtian Siebenfreund, ein Mönch, welcher von einem alten Kloſtergeiſtlichen das Geheimniß der Metallverwandlung erlernt und das Mittel dazu in Händen haben wollte, fand 1570 zu Wittenberg den Tod unter den Händen dreier mißgünſtigen Alchemiſten, unter welchen auch Leonhard Thurneyſſer geweſen ſein ſoll; und ebenſo kam ein anderer Mönch, Albrecht Beyer, in demſelben Jahr zu Nürnberg um's Leben, weil ſeine Mörder den Stein der Weiſen

Digitized by Google

Schickſale der variirenden Alchemiſten.

bei ihm zu finden glaubten. Solche Mordgeſchichten, veranlaßt durch das Streben, ohne eigene Mühe in den Beſitz des Mittels zu großen Reichthümern zu kommen, liegen in Menge vor. Wir haben an den vorſtehenden genug; ebenſo wenig kommt dabei heraus, ſpeciell hier noch auf andere einzelne Schickſale derjenigen Alchemiſten weitläufig einzugehen, welche ſich der Darſtellung des Steins der Weiſen auf eigene Koſten widmeten. Auch von ihnen gilt, was ſchon Johannes Trithemius (geb. 1462 zu Tritenheim bei Trier, geſtorben 1516 als Abt zu Würzburg) als das häufige Ende der Alchemiſten angiebt, wenn er ſagt: Vanitas, fraus, dolus, sophisticatio, cupiditas, falsitas, mendacium, stultitia, paupertas, desperatio, fuga, praescriptio et mendicitas, pedissequae sunt Chymiae.

Als den Erfolg dieſer Art von Alchemiſten, wenn ſie nicht durch ungewöhnliche Leiſtungen oder grobe Betrügereien bekannt wurden, berichtet die Geſchichte der Alchemie hauptſächlich Verarmung, das allgemeine Loos Derer, die einer fixen Idee nachhängen, welche entweder unmöglich iſt, oder zu deren Verwirklichung ſie nicht die nöthigen Kenntniſſe haben, und die ſie doch mit allen ihnen zu Gebote ſtehenden Mitteln verfolgen.

Aus den Abendländern vorzüglich, wo die Alchemiſten mit der größten Beharrlichkeit ihren Verſuchen nachhingen, finden ſich viele Beiſpiele von dieſem endlichen Erfolg der Beſchäftigung mit der hermetiſchen Kunſt aufgezeichnet. So ſagt ſchon von einem 1286 zu Nürnberg verſtorbenen Herrn von der Sulzburg eine gleichzeitige Chronik: „Er hat lange gealchemaiet und viel verthan“ Heinrich Cornelius Agrippa von Nettesheim (geboren zu Köln 1486, geſtorben zu Grenoble 1535) hatte den größten Theil ſeines Lebens nach dem Stein der Weiſen getrachtet, alle Länder bereiſt, um ſeine Darſtellung zu erfahren, und ſich ein wohlbegründetes Recht erworben, am Ende ſeiner Tage, in Zurückgekommenheit und der bitterſten Armuth, ein Buch de incertitudine et vanitate scientiarum zu ſchreiben, in welchem er beſonders die Alchemie verdammt. Bernard Gabriel Penot (gebürtig von St. Maria in Guyenne), welcher um 1600 einer der angeſeheneren Alchemiſten war, und ſich in ſeinen Schriften kecklich für einen wahren Adepten und Beſitzer des Steins der Weiſen ausgab, hatte von ſeinen Beſtrebungen nur den Erfolg, daß er ſein ganzes Vermögen zuſetzte, und 1617 arm und verlaſſen im Hoſpital zu Iverdün ſtarb. Auf ſeinem Todbette daran erinnert, ob er nicht ſeine etwaigen Geheimniſſe, um des gemeinen Beſten willen, noch mit-

theilen wolle, bezeigte er zwar guten Willen, aber über die Goldbereitung hatte er nichts zu ſagen; im Gegentheil verfluchte er die Alchemie, und meinte zu ſpät, wer ſeinen Todfeind ſicher verderben wolle, müſſe ihn überreden, nach dem Stein der Weiſen zu forſchen. Im 17. Jahrhundert paßte ſchon auf ſo Viele, die ſich in alchemiſtiſche Verſuche eingelaſſen hatten, der damals übliche Wahlſpruch: propter lapidem bona mea dilapidavi, daß eine Auswahl einzelner Beiſpiele ſchwer wird und unterlaſſen bleiben mag. Schickſale der privatiſirenden Alchemiſten.

Das Vorhergehende mag hinreichen, über die äußere Stellung und die Schickſale der Alchemiſten im Allgemeinen einen deutlicheren Begriff zu geben. Welche Wichtigkeit man lange Zeit hindurch alchemiſtiſchen Beſtrebungen beilegte, ergiebt ſich aus den mitgetheilten Einzelnheiten zur Genüge, zugleich aber auch, welcher Art gewöhnlich die Erfolge waren, die ſolche Beſtrebungen beendigten. Wenden wir uns jetzt zu einem andern Gegenſtande, der wohl eine abgeſonderte Betrachtung verdient, nämlich dazu, in welcher Art man den Stein der Weiſen darzuſtellen hoffte, und überhaupt zu der näheren Berückſichtigung deſſen, was mit der Erlangung des Steins der Weiſen und der Löſung ſonſtiger damit zuſammenhängender und rein alchemiſtiſcher Beſtrebungen in Verbindung ſteht.

IV. Anſichten über die Darſtellung des Steins der Weiſen.

Darſtellung des Steins der Weiſen

Die Darſtellung des Steins der Weiſen wird von allen Alchemiſten als im höchſten Grade ſchwierig anerkannt (daher auch der bei ihnen ſehr gebräuchliche Kunſtausdruck in magno opere sudare für Alchemie treiben); es kann ſie indeß nach ihrem Glauben ein Philoſoph entweder aus ſich ſelbſt erfinden, oder er lernt ſie von einem Andern. Beide Lernmethoden ſind ſchwer, denn der Erfolg ſelbſtſtändiger Forſchung hängt nicht von dem Forſcher allein ab, ſondern er muß, wenn er zum Ziel ſeines Strebens gelangen ſoll, dazu prädeſtinirt ſein; darauf, von einem Andern die Bereitung des Steins der Weiſen zu erfahren, konnte gleichfalls nicht mit Sicherheit gerechnet werden, inſofern offene Mittheilung des Geheimniſſes für ſündhaft gehalten wurde, und die verſteckten Andeutungen in den Schriften der Adepten alle von der Art waren, daß ſich aus ihnen kein Leitfaden für die Ausführung der Verſuche ergab.

beruht auf Prädeſtination.

Die Anſicht, daß es auf beſonderer göttlicher Schickung beruhe, wenn Jemand in das Geheimniß der Metallveredlung eingeweiht wird, finde ich zuerſt bei den Alchemiſten des Abendlandes im 13. Jahrhundert ausgeſprochen. Der Fatalismus der Araber mochte diejenigen unter ihnen ſich beruhigen laſſen, die bei dem Verſuche, den Stein der Weiſen darzuſtellen, nicht zum Ziele kamen; bei den chriſtlichen Alchemiſten des Abendlandes aber wird im Gegentheil ein glücklicher Erfolg beſonderer göttlicher Gnade zugeſchrieben. Deßhalb verbieten ſchon Raymund Lull und Arnold Villanovanus die offene Mittheilung als ſündhaft, und der Erſtere ſagt in ſeinem Codicillus von ſich: Nullo modo eam (alchymiam) comprehendere voluimus, donec aliquis spiritus prophetiae, spirans a patre

Darſtellung des Steins der Weiſen.

luminum, descendit; und zu Anderen: Operationem habere non poteris, quousque spirituali prius fueris divinitatis meritis comprobatus. — Petrus Bonus von Ferrara, der um 1330—1340 ein alchemiſtiſches Werk unter dem Titel Margarita pretiosa novella de philosophorum lapide ſchrieb, erklärt darin geradezu, menſchlicher Verſtand reiche nicht aus, den Proceß der Metallverwandlung ausfindig zu machen, nur durch unmittelbaren Einfluß der Gnade Gottes könne er erforſcht werden. Thomas Norton ſagt gegen das Ende des 14. Jahrhunderts in ſeinem Crede mihi: Nemo hanc artem potuit assequi, nisi a Deo quis missus fuerit, a quo institueretur. Johann von Tetzen, ein böhmiſcher Mönch, der im 15. Jahrhundert einen Processum de lapide philosophorum in Verſen verfaßte, äußert ſich:

> Lapis candens fit ex tribus.
> Nulli datur nisi quibus
> Dei fit spiramine,
> Ex matris ventre quos beavit,
> Hanc ad artem destinavit
> Sacroque sancimine.

Baſilius Valentinus und alle Alchemiſten des 16. Jahrhunderts ſtimmen gleichfalls damit überein, daß die Bereitung der Tinctur auf göttlicher Beihülfe beruhe. Inſofern aber dies der Fall iſt, muß es Sünde ſein, die Darſtellung derſelben Anderen zu lehren, welchen die göttliche Gnade mangelt und die des Beſitzes eines ſolchen Geheimniſſes unwürdig ſind.

Die Mittheilung derſelben iſt ſündhaft.

Schon Raymund Lull im 13. Jahrhundert verſichert uns dieſes. Juro tibi supra animam meam, quod ea (die Geheimniſſe der Alchemie) si reveles, damnatus es, ſagt er in ſeinem Teſtament. Nam a Deo omne procedit bonum, et ei solum debetur. Quare secretum tenebis illud, quod ei debetur revelandum. Quia si revelares brevibus verbis illud, quod longinquo tempore formavit, in die magni judicii condemnareris, nec tibi remitteretur casus laesae majestatis. Zu gleicher Zeit droht auch Arnoldus Villanovanus mit irdiſchen Strafen. Qui revelat secretum artis, ſagt er im Rosario, maledicetur et morietur apoplexia. Der heilige Thomas von Aquino bleibt nicht zurück, und ermahnt, nicht geſchwätzig zu ſein, die Perlen nicht vor die Schweine zu werfen, und das Geheimniß nicht Denen mitzutheilen, welche um irdiſcher Eitelkeit willen darnach trachten. Baſilius Valentinus im 15. Jahrhundert ſpart nicht die Klagen, worin er ſeine Reue ausſpricht, alle die hohen Ge-

Darſtellung des Steins der Weiſen. heimniſſe ſo offen in ſeinen Schriften dargelegt zu haben, obgleich wohl ſchwerlich jemals einem Alchemiſten nach ſeinen Angaben die Bereitung des Steins der Weiſen gelungen iſt. »Ich habe jetzt genug geredt,« ſagt er einmal im Triumphwagen des Antimonii, »und genug gelehret, ſo klar und deutlich, daß man's mit Schriften nicht beſſer lehren könnte, es wäre denn, daß einer muthwillig zur Hölle traben und darin verſinken wollte, indem er dasjenige von ſich ausgehen läßt, was doch vom Schöpfer höchlich verboten iſt.« Noch Libavius um 1600 berichtet in ſeiner Praxis Alchymiae, wie die Alchemiſten ſeiner Zeit feſt der Meinung waren, die offene Mittheilung des Geheimniſſes werde mit plötzlichem Tode beſtraft. Ob es dieſer Glaube war, der noch Setonius, Sehfeld und Andere ſtandhaft das Geſtändniß verweigern ließ, wie ſie den Stein der Weiſen bereiteten, oder ob eigene Unwiſſenheit, ſteht dahin. Kein Alchemiſt, der ſich für einen wahren Beſitzer des Geheimniſſes ausgab, ſtellte den Stein der Weiſen im Gefängniß oder ſonſt gezwungen dar — damit nicht Unwürdige in den Beſitz der Darſtellungsmethode kommen, ſagen die Anhänger der hermetiſchen Kunſt, und deuten in dieſem Sinne die Worte »Verſperrte Katzen mauſen nicht«, welche Beuther (Seite 173 u. 203) an die Wand ſeines Gefängniſſes geſchrieben hatte, als er darin unter Androhung mit der Folter zum Arbeiten gezwungen werden ſollte. — Alle Adepten verſicherten, ein Eid bände ihre Zunge; den Alchemiſten Stahl (Seite 177) entband zwar der Kurfürſt von Trier kraft ſeiner erzbiſchöflichen Gewalt von dieſem Eid, aber die Entdeckung des Darſtellungsproceſſes wurde dadurch nicht bewirkt.

Reiſen, um ſie kennen zu lernen. Bei dem namentlich in den früheren Zeiten allgemein anerkannten Glauben an Prädeſtination blieb es doch jedem Alchemiſten unverwehrt, ſich für auserwählt zu halten und alle ſeine vergeblichen Bemühungen nur als vorübergehende Prüfungen zu betrachten. Dabei gaben ſie auf alle Weiſe Gelegenheit, daß ihnen der Lohn zu Theil werden könne, namentlich durch Reiſen, um Jemand zu treffen, der ſie als Auserwählte anerkenne und ihnen offene Mittheilung zu machen wage. Reiſen war von früher Zeit her ſchon das Mittel, durch welches Viele in den Beſitz des Steins der Weiſen kommen wollten. So geſtand ſchon Georg Ripley um 1470, ſeine Kenntniſſe nur durch langes Reiſen erlangt zu haben. So durchreiſte Graf Bernhard von Trevigo von 1452 bis 1472 Italien, Spanien, England, Schottland, die Niederlande, Frankreich, Deutſchland,

Griechenland, die Barbarei, Aegypten, Paläſtina und Perſien, et je despendy en ces choses, — ſagt er in ſeinem Opuscule tres-excellent de la vraye philosophie naturelle des métaux, — bien dix mille trois cents escuz, et fuz en moult grande pauureté, et n'auoys plus guerres d'argent. Et tousiours je cherchois si puisse nulluy trouuer qui me peult conforter. So erzählt uns auch Trismoſin im Aureum vellus ſeine Wanderſchaft ſelbſt, und die Menge der fahrenden Alchemiſten, welche ſich von dem Ende des 15. bis zum Anfange des 18. Jahrhunderts umhertrieben, bezeugt, wie dieſes Mittel, die Erlangung des Steins der Weiſen zu verſuchen, in Aufnahme kam. Jean d'Espagnet, Stadtpräſident zu Bordeaux, der um 1600 lebte und ein bei den Alchemiſten hochgeachtetes Werk, Arcanum hermeticae philosophiae, ſchrieb, verſichert auch ausdrücklich, wer den Stein der Weiſen bekommen wolle, müſſe eine große Reiſe vornehmen und Oſt- und Weſtindien beſehen, um von dort die köſtlichſten Edelgeſteine und das reinſte Gold mitzubringen.

Darſtellung des Steins der Weiſen.

Wer aber nach dem Stein der Weiſen verlangt, kann nicht immer auch ſolche Reiſen unternehmen. Andere verſuchten daher es kürzer zu machen, und ich habe ſchon oben davon geſprochen, wie zudringlich oft den Alchemiſten, namentlich wenn ſie in die Gewalt Mächtiger gefallen waren, zugeſetzt wurde, um das Recept zur Darſtellung der Tinctur offen mitzutheilen. Unbegreiflich ſcheint es, wie man durch Verſprechen einer Belohnung Adepten überreden zu können glaubte, das Mittel, Gold in's Unendliche darzuſtellen, anzugeben; und doch ließ Kaiſer Ferdinand III., als er ſich 1648 von der Wirkſamkeit des Steins der Weiſen überzeugt hatte (Seite 171), den Verfertiger der von ihm bewunderten Subſtanz öffentlich auffordern, ſich bei ihm zu melden, und verſprach ihm noch dazu hunderttauſend Reichsthaler Belohnung.

Verſprechungen, um ſie kennen zu lernen.

Weltliche Mittel, Verſprechungen und Drohungen, reichten nicht aus, zur Kenntniß, wie man den Stein der Weiſen darſtellt, zu verhelfen. Die Alchemiſten, welchen dieſe ohnehin gewöhnlich nicht zu Gebote ſtanden, ſuchten oft geiſtige Mittel geltend zu machen, um ſich die Entdeckung des Steins der Weiſen zu ſichern, und die Umſtände aufzufinden, welche dieſe erſchweren; ſie legten ſich deßhalb beſonders auf die Aſtrologie, oder verſchmähten auch cabbaliſtiſche und magiſche Mittel, einige ſelbſt das Anrufen böſer Geiſter nicht, wenn ſie davon Förderung ihrer alchemiſtiſchen Beſtrebungen erwarteten.

Digitized by Google

Darſtellung des Steins der Weiſen. Zuziehung aſtrologiſcher und magiſcher Hülfsmittel.

Die Aſtrologie ſteht ſeit langer Zeit in Verbindung mit der Alchemie; der erſte Schriftſteller, welcher von der letztern ſpricht, Julius Maternus Firmicus in der erſten Hälfte des 4. Jahrhunderts, macht ihre Ausübung von der Stellung des Mondes zu einem Planeten in der Stunde der Geburt abhängig (Seite 4). Geber im 8. Jahrhundert, wo er von den Schwierigkeiten der Alchemie ſpricht, zählt hierzu beſonders den Einfluß der Geſtirne auf die Metalle, weil wir dieſen nicht kennen und jedenfalls nicht nach Willen lenken können. Arnold Villanovanus im 13. Jahrhundert hat beſonders der Stellung der Geſtirne viel Einfluß auf das Gelingen der chemiſchen Operationen zugeſchrieben, und ein eigenes Buch de sigillis (über Amulete) verfaßt, welche die Wirkungen der Conſtellationen und auch der böſen Geiſter zu nichte machen ſollen. Die aſtrologiſch-alchemiſtiſchen Anſichten fanden um ſo mehr Verbreitung, da die Planeten und Metalle mit gleichen Namen benannt wurden (was gleichfalls eine ſehr frühe Annahme einer Wechſelwirkung zwiſchen ihnen anzeigt), und da deßhalb chemiſche Meinungen leicht für aſtrologiſche und umgekehrt gehalten werden konnten. Noch Paracelſus im 16. Jahrhundert ſagt in ſeinem Tractat de tinctura physicorum: »Wenn du nicht verſtehſt, was der Cabbaliſten Gewohnheit und der alten astronomorum Brauch iſt, ſo biſt du weder von Gott in die Spagirei geboren, noch von Natur zu Vulcani Werk erkoren.«

Das Anrufen der böſen Geiſter paßt zwar wenig zu der Frömmigkeit, welche faſt alle Alchemiſten zur Schau tragen, wurde indeß doch manchmal in der Verzweiflung verſucht. Als z. B. der Engländer Kelley (Seite 197 u. 203) zu Prag in Kaiſer Rudolph's Händen war, und nun einmal den Stein der Weiſen nolens volens ſchaffen ſollte, beſchwor er mit Dr. Dee's Hülfe die infernaliſchen Mächte, die ihm aber nicht halfen. Einige Alchemiſten hatten die Dämonen in ihrer Gewalt, und führten ſie in mancherlei Geſtalt mit ſich herum. So zeigte Thurneyſſer zu Berlin (Theil I. Seite 109) ſeinen gefangenen Teufel als eine kleine Geſtalt in einem Gläschen. Als er von Berlin 1584 fliehen mußte, kam man in den Beſitz dieſes böſen Geiſtes, der ſich indeß als ein in Oel aufbewahrter Scorpion auswies. Bragadino (Seite 201) hatte über zwei Dämonen Gewalt, die ihn in Geſtalt von ſchwarzen Bullenbeißern begleiteten. Beide wurden bei der Hinrichtung ihres Herrn zu München 1590 nach Urtheil und Recht unter dem Galgen erſchoſſen. Ein Mailänder Borri

(oder Burrhus), welcher von 1665 bis 1750 bei Friedrich III. von Dänemark Leibalchemiſt war, hatte gleichfalls einen böſen Geiſt zu Dienſten ſtehen, der aber nur auf Beſchwörung ſeines Herrn erſchien und dieſem bei ſeinen chemiſchen Operationen guten Rath gab. Dem Borri konnte man ſo etwas zutrauen, denn er war ohnehin vom Papſt wegen Ketzerei in den Bann gethan. Dieſer Geiſt hörte auf den Namen homunculus, und war an das Laboratorium gebannt, welches ſich Borri vor Kopenhagen errichtet hatte; als der König dieſe Anſtalt mehr in der Nähe zu haben wünſchte, mußte das ganze Laboratoriumsgebäude durch Maſchinen über den Wall gehoben werden. Solches geſchah um 1670.

Ausführlicher können wir indeß hier nur von den alchemiſtiſchen Arbeiten reden, bei welchen man ſich irdiſcher Mittel, und zwar beſonders chemiſcher, bediente, um den Stein der Weiſen zu erlangen. Die meiſten Alchemiſten arbeiteten auch mehr im Laboratorium, als daß ſie ſich mit Teufelbannen abgaben; ſie arbeiteten nach eigenen Anſichten oder nach den älteren Autoren, ſo gut ſie dieſe verſtanden. In letzterer Beziehung war für ſie ein großes Hinderniß, daß die meiſten Schriftſteller vollkommen unverſtändlich ſchrieben, und die beſten Autoritäten nichts weniger als übereinſtimmend ſind. Dunkelheit der alchemiſtiſchen Schriftſteller.

Hinſichtlich des letztern Punktes bekommt man ein Urtheil, wenn man ſich eine beſtimmte Frage zu beantworten ſucht, z. B.: giebt es nur Einen Stein der Weiſen, oder haben verſchiedene Subſtanzen die metallveredelnde Kraft? Die älteren griechiſchen Schriftſteller laſſen die Wahl zwiſchen den heterogenſten Dingen, um die Verwandlung in Gold zu bewerkſtelligen. Primeln- und Rhabarberſaft, Bleiglätte, Schwefel, Spießglanz und alles mögliche wird vorgeſchrieben, um aus Queckſilber Gold zu machen. Die abendländiſchen Alchemiſten gebrauchen dazu nur den Stein der Weiſen, aber einige ſagen, es gäbe nur Einen, wie z. B. Raymund Lull im Teſtament verſichert: Dicimus, quod non est nisi unus lapis philosophicus, und Arnold Villanovanus im Rosarius: Est lapis Unus, während Iſaac Hollandus ſich in ſeinem Werke de triplici ordine Elixiris et Lapidis theoria weitläufig äußert, daß es einen mineraliſchen, vegetabiliſchen und animaliſchen Stein gebe, und außerdem auch noch einen zuſammengeſetzten. Alle aber thun gute Wirkung. Giebt es nun Einen Stein oder mehrere?

Dunkelheit der alchemiſtiſchen Schriftſteller.

Die Dunkelheit der alchemiſtiſchen Werke war im vorigen Jahrhundert faſt zum Sprüchwort geworden, und die hermetiſche Literatur, namentlich der ſpäteren Zeit, iſt faſt durchgängig von einer Art, daß die Beſchäftigung damit zu den unangenehmeren gehört. Die Confuſion der Ideen zeigt ſich meiſt ſchon in den Aufſchriften dieſer Werke, von welchen viele ſo originell ſind, daß ein paar hier als Repräſentanten der Bücherfabrication aus dem 17. und 18. Jahrhundert erwähnt werden mögen. 1649 erſchien ein »Hauptſchlüſſel zu dem eröffneten philoſophiſchen Vaterherz«; zu derſelben Zeit ein »Kinderbett des Steins der Weiſen«. Sich in den hermetiſchen Kunſtgriffen geübter zu machen, hilft Einem ſo wenig die »philoſophiſche Jägerluſt und Nymphenfang« (1679), als »der brennende Salamander und der aufgeweckte Chymiſt«. Um nichts klarer iſt »die hellſcheinende Sonne am alchymiſtiſchen Firmament des deutſchen Horizonts«, 1705. — Dieſe Proben werden genügen.

Aber nicht bloß Werke der letztern Art, welche einer ſpätern Zeit ihre Entſtehung verdanken, ſind dunkel, ſondern die Unverſtändlichkeit in der Beſchreibung der Methoden zur Darſtellung des Steins der Weiſen iſt im Allgemeinen um ſo größer, je weiter man zurückgeht, und man kann auch ſagen, je berühmtere Autoritäten man befragt. Dunkel mußten aber auch die wahren Adepten ſchreiben, weil offene Mittheilung ſündhaft iſt. Daher verſtand es ſich von ſelbſt, daß jede verſtändlichere Stelle eines Adepten mit Mißtrauen angeſehen wurde, hauptſächlich auch, weil man bei der Ausführung der deutlicher beſchriebenen Proceſſe ſicher keinen Stein der Weiſen bekam. Deßhalb ſagt noch 1684 Wilhelm von Schröder, ein damals ſehr angeſehener Alchemiſt, in ſeinem »nothwendigen Unterricht vom Goldmachen«: »Wo die Philoſophen aperte reden, da iſt ein Betrug dahinter; wo ſie aber aenigmatice reden, da denke ihnen nach.« Da wäre nun viel nachzudenken, denn Alles, was von den älteſten Zeiten der Alchemie an bis zu dem 18. Jahrhundert über die Darſtellungsweiſe des Steins der Weiſen geſchrieben wurde, iſt ſo aenigmatice als irgend möglich. Ich meine hier nicht die Verheimlichung einzelner chemiſcher Proceſſe unter dunkeln Benennungen (wie z. B. Baſilius Valentinus von der Läuterung des Goldes durch Spießglanz oft ſo ſpricht, daß er ſagt, man ſolle den rothen Löwen dreimal durch den grauen Wolf jagen, und Aehnliches), ſondern von der Andeutung der ganzen Bereitung des Steins der Weiſen. Dieſe ſind oft wirklich ſehr räthſelhaft. Der Tabula sma-

Dunkelheit der alchemiſtiſchen Schriftſteller.

ragdina, welche ich oben (Seite 147) mittheilte, kann man dies nicht anders nachſagen; die anderen klaſſiſchen Anweiſungen zur Goldfabrication ſind noch lakoniſcher. Die *φυσικὰ καὶ μυστικὰ* des angeblichen Demokrit's enthalten das Geheimniß in ein paar Worten, welche von Jenes Lehrer, dem großen Oſthanes, herrühren ſollen. Die ganze Mittheilung iſt:

Ἡ φύσις τῇ φύσει τέρπεται (die Natur erfreut ſich der Natur)
Ἡ φύσις τὴν φύσιν νικᾷ (die Natur beſiegt die Natur)
Ἡ φύσις τὴν φύσιν κρατεῖ (die Natur beherrſcht die Natur)

Wer dieſes Geheimniß nicht verſteht, der kann ſich an einer andern Schrift verſuchen, welche Syneſius mitgetheilt hat, und die unter dem Namen der Memphitiſchen Tafel bekannt war:

ΟΥΡΑΝΟ · ΑΝΩ · ΟΥΡΑΝΟ · ΚΑΤΩ (Himmel oben, Himmel unten)
ΑΣΤΕΡΑ · ΑΝΩ · ΑΣΤΕΡΑ · ΚΑΤΩ (Sterne oben, Sterne unten)
ΠΑΝ · ΑΝΩ · ΠΑΝ · ΤΟΥΤΟ · ΚΑΤΩ (alles oben, alles dieſes unten)
ΤΑΥΤΑ · ΛΑΒΕ · ΚΑΙ · ΕΥΤΥΧΕ (dieſes nimm und werde glücklich)

Im Laufe der Zeit werden die Vorſchriften zur Darſtellung des Steins der Weiſen länger, aber nicht gerade deutlicher. Aus dem 13. Jahrhundert gebe ich als Probe das IX. Kapitel aus dem Teſtament des Raymund Lull, welches überſchrieben iſt de praeparatione lapidis, und ſich durch verhältnißmäßig große Klarheit auszeichnet: Praeparatio lapidis est, quod recipias de succo lunariae, et sudorem ejus extrahe cum igne parvo et leni, et habebis in tuo posse unum de argentis vivis nostris in liquore et forma aquae albae, quae est ablutio et purgatio lapidis nostri et totius ejus naturae. Et istud est unum de principalioribus secretis, et est prima porta. In isto liquore rectificatur magnus Draco, et projicitur a magno deserto Arabiae, quia immediate suffocaretur prae siti et periret in mari mortuo. Verte igitur ipsum et mitte in regnum Aethiopiae, unde naturaliter nativus est; quia dicimus quod nisi vertatur, et ponatur in terra sua, recedet et aliam intrabit regionem. Quare de certo scias, quod omne aliud clima vel alia regio nostro lapidi mortem affert, velato non scientibus ac ignorantibus, et per nos cognito. Hiernach zu arbeiten, iſt ſchwer. — Gehen wir weiter vor, bis zu 1600, ſo giebt uns z. B. das Arcanum hermeticae philosophiae von Jean d'Espagnet folgende Anweiſung: »Nimm eine geflügelte Jungfrau, die da wohl gewaſchen und gereinigt iſt, und von dem geiſtlichen

Dunkelheit der alchemiſtiſchen Schriftſteller.

Samen ihres erſten Mannes, wiewohl ohne Verletzung der Jungfrauſchaft, ſchwanger ſei; dieſelbe vermähle ohne Verdacht des Ehebruchs dem andern Manne, ſo wird ſie aus ſeinem körperlichen Samen abermals empfangen, und endlich ein ehrwürdig Kind (nämlich den Stein der Weiſen), das beiderlei Geſchlechts iſt, gebähren.« Zu jener Zeit kam man auch auf die Idee, die Bereitung des Steins der Weiſen in Büchern zu lehren, worin kein Buchſtabe zu finden iſt. Das Buch, betitelt Liber mutus, gehört hierher; es enthält Nichts als eine Reihe von Abbildungen. Im Anfang ſind ſie verſtändlich; der Alchemiſt und ſein Weib ſpannen Tücher aus, um das Regenwaſſer aufzufangen und den spiritus mundi daraus zu deſtilliren. Bald aber werden die Abbildungen unerklärbar, und erſt das letzte Blatt, wo der Alchemiſt und ſein Weib dankbar auf den Knien liegen, ſagt wieder etwas Deutliches aus: daß ſie ihr Ziel erreicht haben.

Solchergeſtalt ſind die Lehren, welche die als Adepten anerkannten alchemiſtiſchen Schriftſteller faſt durchweg für die Bereitung des Steins der Weiſen geben. Wenn deutlichere Vorſchriften vorkommen, und ich werde im Folgenden einige mittheilen, da gehen ſie ſtets von Alchemiſten aus, die nie eines beſondern Adeptenrufs ſich erfreuten; denn ihre Angaben können geprüft werden, und dann erweiſen ſie ſich als falſch, was den eigentlichen Adepten nie zuſtoßen kann.

Noch mehr unwiderlegliche Angaben von der obigen Sorte anzuführen, wäre unnütz; vergeblich wäre auch ein Verſuch, die ſo oft dabei vorkommenden figürlichen Bezeichnungen erklären zu wollen, da mit den meiſten wohl nie ein beſtimmter Begriff verbunden war. Nur im Allgemeinen will ich andeuten, welche Vorſtellung ſich die meiſten Alchemiſten von der Darſtellung der Tinctur gemacht zu haben ſcheinen. Die anerkannteſten Autoritäten weichen aber zu ſehr von einander ab, als daß nicht der folgenden Darſtellung viele Einwürfe aus berühmten Schriftſtellern entgegengehalten werden könnten; ich kann indeß unmöglich hier auf alle dieſe Widerſprüche Rückſicht nehmen.

Darſtellung des Steins der Weiſen.

Um den Stein der Weiſen darzuſtellen, muß man zuerſt die richtige Materie haben, deren weitere Bearbeitung ihn hervorbringt. Dieſe heißt Materia prima cruda oder remota, auch terra virginea, terra Adamica u. ſ. w. Aus ihr gewinnt man den Mercur der Weiſen, eine Subſtanz, in welcher die Alchemiſten das mercurialiſche und ſchweflige

Princip (was ſie auch oft den weiblichen und männlichen Samen nennen) in größter Reinheit enthalten glaubten. Der Mercurius philosophorum heißt auch ſonſt noch die Materia prima matura oder proxima; Chaos; Azoth; bei Raymund Lull und Arnold Villanovanus auch succus lunariae; außerdem noch Jungfernmilch; nutrix; leo viridis (dieſe Bezeichnung »der grüne Löwe« iſt eine der häufigeren; ſchon Roger Baco ſchrieb ein Verbum abbreviatum de leone viridi, nach welchem es ſcheint, als ob die Farbe des Grünſpans den erſten Anlaß zu der Benennung gegeben habe); draco devorans, congelans et mortificans caudam suam; venenum; locus desertus, und was er ſonſt noch für Namen haben mag. Dieſer Mercur der Philoſophen iſt von dem gewöhnlichen Queckſilber ganz verſchieden; er enthält aber die Bedingungen, durch welche Metalle überhaupt entſtehen (nämlich das mercurialiſche und das ſchweflige Princip in größter Intenſität); zu ihm ſetzt man einen Stoff, welcher die in ihm enthaltene Kraft in Einer beſtimmten Weiſe ſich äußern läßt; man ſetzt zu ihm philoſophiſches Gold, welches gleichfalls von dem gemeinen Gold verſchieden iſt. Der Mercurius philosophorum wird mit dem Auro philosophorum vermiſcht, und die Miſchung, vor dem Zutritt der Luft geſchützt, längere Zeit bei geringer Wärme digerirt. Dabei muß das Gefäß, in welchem dieſe Operation vor ſich geht, eine ganz beſtimmte Form haben, und über die beſte Form, die das ovum philosophicum, wie es genannt wurde, beſitzen ſoll, iſt viel geſchrieben worden, ebenſo wie über die Geſtalt des Ofens, in welchem die Digeſtion vorzunehmen iſt. Dieſe Operation heißen die Alchemiſten die Cineration, Putrefaction, Corruption oder Tödtung der Materie; man erhält nun einen ſchwarzen Körper, welcher Caput corvi, das Rabenhaupt, genannt wird. Man ſetzt die Digeſtion noch länger fort, und dann verwandelt ſich der ſchwarze Körper in einen weißen. Dieſer Proceß heißt die Albification, Reinigung, Reſurrection u. ſ. w., der erhaltene Stoff ſelbſt der weiße Schwan. Man giebt nun ſtärkeres Feuer, die Materie wird gelb und endlich glänzend roth, womit die Darſtellung des Steins der Weiſen in größter Vollkommenheit beendigt iſt.

Darſtellung des Steins der Weiſen.

Als das ſchwerſte bei allen dieſen Operationen wird die Auffindung der Materia prima cruda angeſehen, obgleich alle Autoren übereinſtimmen, ſie ſei eine ſehr gemeine Subſtanz; wenn dieſe einmal bekannt iſt, meint

Aufſuchung der Materia prima.

Aufſuchung der Materia prima.

Iſaac Hollandus, ſo iſt die ganze Darſtellung des Steins der Weiſen nur ein opus mulierum et ludus puerorum. Die meiſten Alchemiſten kamen auch bei ihren Arbeiten nicht über dieſen erſten Verſuch hinaus, und eine Ueberſicht ihrer derartigen Beſtrebungen trägt nicht wenig dazu bei, einen Begriff über die alchemiſtiſchen Arbeiten überhaupt zu geben.

Es läßt das bisher Angeführte ſchon erkennen, welche Unſicherheit während der ganzen Dauer der Alchemie hinſichtlich der Materia prima geherrſcht hat. Wir wollen den Zeitraum nur kurz berückſichtigen, wo man Metallfärbung für Metallveredlung nahm, aber die ſpäteren Anſichten über die Natur der Materia prima etwas genauer betrachten.

Die älteſten Alchemiſten ſahen die Veränderung der Farbe eines Metalls als Verwandlung des Metalls ſelbſt an; demgemäß arbeiteten ſie mit Subſtanzen, welche die Farbe eines Metalls verändern können, namentlich mit Galmei und Arſenik. Das war nun zwar nicht die eigentliche Alchemie, auf deren Beſtrebungen wir gleich zurückkommen, allein die Vorſchriften jener alexandriniſchen Schriftſteller übten bis auf unſere Zeit den größten Einfluß auf die Arbeiten der Hermetiker aus. So z. B. glaubte man die Materia prima durch folgendes alte Sylbenräthſel angedeutet:

Ἔννεα γράμματ' ἔχω, τετρασύλλαβος εἰμὶ, νόει με·
Αἱ τρεῖς μὲν πρῶται δύο γράμματ' ἔχουσιν ἑκάστη,
Αἱ λοιπαὶ δὲ τὰ λοιπὰ· καί εἰσιν ἄφωνα τὰ πέντε·
Οὐκ ἀμύητος ἔσῃ τῆς παρ' ἐμοὶ σοφίας.

(Neun Buchſtaben hab' ich, vierſylbig bin ich, verſteh' mich;
Von den erſten drei Sylben hat jede zwei Buchſtaben,
Die andere die anderen, und fünf ſind Conſonanten.
Es verſtehend, wirſt du durch mich der Weisheit theilhaftig werden.)

Dieſes Räthſel wurde lange auf *ἀρ-σε-νι-κόν* (Arſenik) gedeutet, und wahrſcheinlich ſollte auch dieſer Stoff, der Kupfer ſilberweiß färbt, damit angezeigt ſein. Später indeß, wo man ſah, daß der Stein der Weiſen aus Arſenik nicht erlangt wird, wo die Anſicht ſehr allgemein angenommen wurde, die Materia prima müſſe ein Metall ſein, ſuchte man dem Räthſel eine andere Deutung unterzulegen, und für die Alchemiſten war ſomit die Entdeckung des Jenaer Profeſſors Georg Wolfgang Wedel (geboren zu Gloſſen in der Niederlauſitz 1645, geſtorben zu Jena 1721) ſehr wichtig, die Löſung könne auch *κα-σί-τε-ρος* (Zinn) ſein. Auch im Zinn fand man nichts, und zudem ſetzt Wedel's Auflöſung einen orthographi-

Aufſuchung der Materia prima.

ſchen Fehler (κασσίτερος heißt es richtig) voraus. Die Repräſentanten der hermetiſchen Geſellſchaft, die ich unten ausführlicher beſprechen werde, kamen am Ende des vorigen Jahrhunderts wieder auf das alte Räthſel zurück; ſie glaubten die richtige Auflöſung in ἀμ-πε-λῖ-τις zu finden, was eigentlich eine Art unreines Erdpech bedeutet, womit die Alten die Weinſtöcke zum Schutz vor Ungeziefer beſtrichen. Jene Alchemiſten deuteten es als Steinkohlentheer, und meinten, in den Steinkohlen ſei eigentlich die durch das alte Räthſel angezeigte Materia prima zu ſuchen.

Zu Metallen.

Von 1200 an etwa ſuchte man den Stein der Weiſen vorzugsweiſe durch die Behandlung metalliſcher Subſtanzen darzuſtellen. Georg Ripley, im 15. Jahrhundert, ſpricht ſich über den Grund am deutlichſten aus, weßhalb er die Vorſchrift giebt: Gold und Silber nicht außerhalb ihres Geſchlechts zu ſuchen. In allen Metallen iſt ein Princip, welches ihnen den Charakter der Metallität mittheilt; es iſt der Mercur der Weiſen, der vorzüglich in den edlen Metallen und im Queckſilber enthalten iſt. Bereicherung eines unedlen Metalls mit dieſem Princip iſt Veredlung deſſelben. Zieht man alſo aus irgend einem Metall das metalliſche Princip aus, ſteigert man ſeine Kraft durch Läuterung und ſtellt ſo die Quinteſſenz der Metallität dar, ſo hat man den Stein der Weiſen, der auf unedle Metalle gebracht, dieſe in edle verwandelt.

Viele Alchemiſten ſuchten geradezu die Quinteſſenz aus dem Golde (ſeinen Samen) auszuziehen; auf ihre Bemühungen werde ich ſpäter zurückkommen, da ſie mehr den Myſtikern angehören.

Zum Queckſilber.

Viele Andere aus dem Queckſilber, und ſchon ſeit dem 13. Jahrhundert war der Ausſpruch: In Mercurio est quicquid quaerunt Sapientes, allgemein anerkannt, nur daß Einige unter dem Mercur den gemeinen verſtanden, während Andere unter ihm den philoſophiſchen gemeint wiſſen wollten.

Von den eigentlich hermetiſchen Arbeiten mit Queckſilber, wodurch der Stein der Weiſen dargeſtellt werden ſoll, ſind diejenigen zu unterſcheiden, wo man nur beabſichtigte, dem Queckſilber ohne Zuſatz eines andern Metalls ſeine Flüchtigkeit und Flüſſigkeit zu benehmen und ihm zugleich ſeine metalliſche Eigenſchaft zu erhalten, oder auch, Metallamalgame hart zu machen, ſo daß aus ihnen ganz das zugeſetzte Metall wird. Von dieſem Streben urtheilte Boerhave 1732: Qui potest, bonus erit, et forte dives, artifex; qui tentat, sudabit algebitque. Doch wollte noch 1785

Auffuchung der Materia prima. Im Queckſilber.

eine Frau von Orbelin zu Paris, welche ſich viel mit alchemiſtiſchen Arbeiten beſchäftigte, die Fixirung des Queckſilbers entdeckt haben, ſo daß es erſt in ſtarkem Feuer ſchmelze und bei keinem Hitzegrad flüchtig ſei. Ihr Verfahren ſoll ſehr einfach geweſen ſein, doch hat ſie es nicht angegeben.

Genauere Angaben haben wir indeß, wie man aus Queckſilber den wahren Stein der Weiſen darſtellt, und einige davon will ich hier kurz mittheilen. Man bekommt zwar danach nicht den Stein der Weiſen, aber doch eine Anſicht, mit welcher Keckheit ganz unwahre Thatſachen für wahre ausgegeben wurden.

Johann von Roquetaillade (gewöhnlicher Rupescissa genannt), ein Minoritermönch, welcher um die Mitte des 14. Jahrhunderts zu Aurillac in Frankreich lebte, und von welchem ein liber de consideratione quintae essentiae rerum omnium und ein liber lucis vorhanden iſt, lehrt Folgendes: Queckſilber wird mit Salpeter und römiſchem Vitriol ſublimirt, der Sublimat mit Eſſig deſtillirt, der Rückſtand in Scheidewaſſer geworfen, welchem Salmiak zugeſetzt iſt; der weiße Bodenſatz ſublimirt, wieder mit Scheidewaſſer und Salmiak behandelt, und dieſe Operation einigemal wiederholt. Dann wird dem Sublimat Schwefel (aber sulphur vivum et invisibile) zugeſetzt, und deſtillirt; aus dem Deſtillat wird mit brandigem thieriſchem Geiſt ein ſchwärzlicher Niederſchlag erhalten, welcher ſchon für ſich Queckſilber, Eiſen, Kupfer, Blei und Zinn in Silber verwandeln ſoll; dieſer Niederſchlag für ſich gebrannt, wobei er erſt weiß, dann roth wird, und dann mit Queckſilber erhitzt, verwandelt dies in Gold, und bewährt ſich ſo als den wahren Stein der Weiſen.

Trismoſin (gegen 1500) giebt im Aureum Vellus folgende Vorſchrift: Man ſublimirt Queckſilber mit Alaun, Salpeter und Kochſalz, und ißt dabei dickgeſchmiertes Butterbrod, damit die Dämpfe nicht ſchaden. Der Sublimat wird mit Spiritus ſo oft deſtillirt, und das Deſtillat immer zurückgegoſſen, bis der Sublimat mit überdeſtillirt. Dies Deſtillat iſt nun der Mercurius der Weiſen. Zu ihm wird dünngeſchlagenes Gold geſetzt, was darin wie Schmalz zergeht. Die Hälfte von dem zergangenen Golde läßt man mit Alkohol 15 Tage lang putrificiren, ſo wird es roth und zu Löwenblut. Dieſes verſetzt man mit der andern Hälfte zergangenes Gold, und digerirt in gut verſchloſſenen Kolben, ſo wird das Gemiſch nach einander ſchwarz, grau, weiß, gelb, roth. Die Subſtanz, welche man ſo erhält, auf tauſendmal ſo viel geſchmolzenes Gold oder erhitztes Queck-

ſilber gethan, verwandelt dieſe in den wahren Stein der Weiſen, womit man dann Zinn, Blei, Kupfer, Eiſen in gutes Gold veredlen kann. Aufſuchung der Materia prima.

Die Alchemiſten ſpäterer Zeit beklagten ſich bitter, daß ſich die Sache nicht ſo ausführen laſſe. Einige meinten, es ſei eine weſentliche Zuthat nicht genannt, andere hielten den ganzen Proceß für erfunden, und behaupteten, die Materia prima ſtecke gar nicht im Queckſilber noch in den anderen Metallen, und Roger Baco habe Recht, wenn er dieſe Klaſſe von Körpern zur Darſtellung des Steins der Weiſen gänzlich verwarf. Dieſer ſagt nämlich ausdrücklich, daß man aus Gold und Silber, ihrer Fixität wegen, nichts herausbringen könne, die anderen Metalle aber ſeien zu unvollkommen und arm, und Niemand gebe, was er nicht habe. Die Alchemiſten ſuchten alſo die Materia prima in anderen Körpern; weniger auf irgend eine Theorie vertrauend, forſchten ſie vielmehr empiriſch nach der erſten Materie, indem ſie Subſtanzen unterſuchten, mit welchen anerkannte Adepten ſich viel beſchäftigt hatten.

Da Baſilius Valentinus ſich ſo viel mit dem Antimon zu thun gemacht hatte, ſo wurde dieſe Subſtanz von Vielen für die Materia prima angeſehen und demgemäß bearbeitet. Andere hielten dafür, daß man Baſilius' Worte wörtlich nehmen dürfe; er ſpricht viel vom gebenedeiten Vitriol, und darunter glaubte mancher den gemeinen Vitriol verſtanden, und unter ſeinem Deſtillationsproduct den Mercur der Weiſen. Daß der Vitriol die Materia prima ſei, ſchien auch durch mehrere Buchſtabenräthſel angedeutet, welche von Baſilius herrühren. Davon heißt eins z. B. Visitando interiora terrae rectificandoque invenies occultum lapidem, veram medicinam, wo die Anfangsbuchſtaben zuſammengeleſen Vitriolum geben. Im Vitriol.

Ueber dieſe Arbeit mit dem Vitriol will ich hier einen ausführlicheren Proceß einrücken, welchen Heinrich Cornelius Agrippa von Nettesheim in ſeiner Schrift de occulta Philosophia (um 1510) als ganz ſicher anführt. Im Weſentlichen iſt ſeine Vorſchrift folgende: Römiſcher Vitriol wird ſchwach calcinirt und deſtillirt. Das Deſtillat iſt der Mercur der Weiſen. Der Rückſtand wird mit Waſſer ausgekocht, filtrirt und abgedampft, ſo bleibt eine weiße Erde. Dieſe wird mit dem Mercur der Weiſen vermiſcht, und die Miſchung 8 Tage lang digerirt (Conjunction). Dann wird zur Trockne abdeſtillirt, auf das rückſtändige abermals Mercurius gegoſſen, und die Operation ſo oft wiederholt, bis nach der letzten Deſtillation ein Bischen von dem Rückſtand, auf glühendes Blech geworfen, ganz und gar verraucht.

Aufſuchung der Materia prima. Im Vitriol. Während dieſer Reihe von Imbibationen und Deſtillationen wird die Maſſe grau und ſchwarz (Putrefaction), zuletzt aber wieder weiß (Albification). Nun giebt man ſtarkes Feuer; dann ſublimirt die ganze Maſſe (der weiße Schwan fliegt auf, und wird zur Terra foliata). Die Terra foliata nochmals mit Mercur der Weiſen vermiſcht und erhitzt, ſchmilzt nun wie Wachs. Von dieſer wachsflüſſigen Tinctur Ein Theil auf zehn Theile fließendes Gold gegeben, verwandelt dies in den Stein der Weiſen. — Wenn dies Alles nicht eintrifft, ſo liegt die Schuld an dem Arbeiter.

Dieſer Proceß wollte Niemand gelingen; der Erfinder ſelbſt ſcheint nicht viel Vortheil daraus gezogen zu haben, wie ſein Ende (Seite 214) bewies.

Da viele ſolcher Verſuche nicht glücken wollten, ſo forſchten endlich die Alchemiſten in allen Subſtanzen des Mineralreichs, oft nur auf die vageſten Angaben älterer Schriftſteller hin. Des Arnoldus Villanovanus Ausſage in dem Rosarium: Qui scit salem et ejus solutionem, ille scit secretum occultum antiquorum sapientum, ließ viele in dem gemeinen Im Salz. Salz die Materia prima erblicken, und zu mehrerer Sicherheit beriefen ſie ſich auch auf den 34. Vers des 14. Kapitels im Lucas, wo es heißt: „Es iſt eine gute Sache, das Salz". Odomar, ein Mönch zu Paris, der um 1350 ſeine Practica artis ſchrieb, iſt der älteſte Alchemiſt, der aus dem Kochſalz den Stein der Weiſen darſtellen wollte. Quercetanus um 1600 vertheidigte die Abſtammung des Namens Alchemie von $ἅλς$ und $χημεία$, weil in dem Salz das große Geheimniß der Chemie verborgen ſei, und noch 1615 bezeugte der Almoſenier Ludwig's XIII. von Frankreich, Gabriel de Chataigne, in ſeinem Grand Miracle de la Nature métallique, daß er ſelbſt die Wirkung einer aus Meerſalz dargeſtellten Tinctur erprobt habe.

In der Luft. Andere glaubten, da die Materia prima ſo ſchwer zu erhalten ſei, müſſe ſie wohl das flüchtigſte aller Weſen ſein. Dieſe ſuchten ſie in der Luft. Sie wollten aus dieſer etwas abſcheiden, was ſie den Spiritus mundi nannten, und zu deſſen Gewinnung man verſchiedene Mittel anwandte. Der Amtmann Baldewein (bekannter unter dem latiniſirten Namen Balduinus) ſättigte (1674) Kreide mit Salpeterſäure, und rauchte zur Trockne ab. Das Salz zog aus der Luft Feuchtigkeit und nach Balduin's Meinung den Spiritus mundi an, dieſen deſtillirte er mit dem Waſſer ab, und verkaufte die ſo erhaltene concentrirte Löſung des geheimnißvollen Körpers zu 12 Ggr. das Loth. Andere arbeiteten mit Thau (und über den

Maithau legte deßhalb der Engländer Thomas Henſhaw der Londoner Societät noch 1665 eine chemiſche Unterſuchung vor), mit Regen- und Schneewaſſer, ſogenannter Sternſchnuppenmaterie und anderen Subſtanzen, von denen ſie glaubten, daß ſie bei ihrem Durchgang durch die Luft den edlen Stoff ſich angeeignet haben könnten; mit Kröten, Schlangen und Eidechſen, namentlich den goldgefleckten, weil dieſe Thiere lange ohne Nahrung ausdauern können, ſich alſo von der Luft nähren, und das flüchtige Princip der Luft in ſich verdichten. Aufſuchung der Materia prima. In der Luft.

Als der Unſinn dieſen Grad erreicht hatte, ſo erdachte man bald noch andere Stoffe, aus welchen der Stein der Weiſen darzuſtellen ſein möchte. Einige waren der Anſicht, in der Erde, der Mutter alles Mineraliſchen, müſſe auch die erſte Materie des Steins der Weiſen anzutreffen ſein; ſie nahmen den Ausdruck terra virginea ſehr wörtlich, gruben knietief Erde aus, die alſo ihrer Meinung nach noch nie berührt und jungfräulich war, und machten ſich an's Werk. Dieſe Bezeichnung des Steins der Weiſen als terra virgo oder terra virginea gab noch zu manchem andern Irrthum Anlaß; ſo behauptete einer der letzten Vertheidiger der Alchemie, Fr. J. W. Schröder, ſie habe ſich früher zu Colchis vorgefunden, und in weit entfernter Zeit ſei dort bereits mit ihrer Hülfe Alchemie getrieben worden, wobei er ſich auf des Plinius Naturgeſchichte, Buch 33, Kap. 3, berief, wo dieſer ſagt: Iam regnaverat in Colchis Salauces et Esubopes, qui, terram virginem nactus, plurimum argenti aurique eruisse dicitur in Samnorum gente, et alioquin velleribus aureis inclyto regno. — Aber die rechte terra virgo wollte ſich nicht finden laſſen. In der Erde.

Andere wählten die Stoffe zum Gegenſtand ihres Suchens, welche die Erde in ſich bereitet, wie Salpeter und ähnliche. Der Salpeter beſonders fand viele Bearbeiter, weil Sendivogius die Materia prima einen Salniter nennt (ob er gleich ſonſt auch, hiermit im Widerſpruch, ſagt: „Wenn du willſt ein Metall machen, ſo ſoll ein Metall dein Anfang ſein, denn ein Hund wird nur gezeugt durch einen Hund"). Die Alchemiſten, welche das erſtere wörtlich nehmen, führen zugleich für ihre Anſicht an, daß der Salpeter in allen drei Naturreichen vorkomme, und ſich hierauf Iſaac Hollandus' Ausſprüche über den vegetabiliſchen, animaliſchen und mineraliſchen Stein (Seite 221) beziehen laſſen; zudem nenne Paracelſus die Materie des Steins eine dreifältige. Aber auch aus dem Salpeter wollte ſich der Stein der Weiſen nicht darſtellen laſſen.

Aufſuchung der Materia prima. In vegetabiliſchen Stoffen.

Noch Andere arbeiteten mit Subſtanzen, welche durch die Kraft der Vegetation aus der Erde ausgegangen ſeien, z. B. mit Weinſtein. Pflanzenſäfte kommen auch ſchon ſehr früh in den alchemiſtiſchen Schriften vor; bei dem angeblichen Democrit (φυσικὰ και μυστικὰ) wird bereits der Saft der Primula verna (Anagallis) und des Rhabarbers (Rhaponticon) zur Darſtellung von Gold angerathen; bei den älteren griechiſchen Alchemiſten kommt außerdem der Saft von Chelidonium häufig in dieſer Beziehung vor. Dieſe Bezeichnungen können nur figürlich ſein, wozu die gelbe Farbe der Blüthen, Wurzeln, des Saftes u. ſ. w. Anlaß gab. Ebenſo figürlich iſt der succus lunariae zu nehmen, von welchem Raymund Lull als einer Zuthat zum Stein der Weiſen ſpricht. Die Alchemiſten fanden indeß dieſe Pflanze ſelbſt ſehr merkwürdig, ſchon wegen ihrer ſilberglänzenden Schoten, und Viele vermutheten, es möge darin das große Geheimniß verborgen ſein. De l'Isle, ein Franzoſe aus der Provence, und als Inhaber des Steins der Weiſen berühmt, zog beſonders die Aufmerkſamkeit der Alchemiſten auf die wirklichen Pflanzen Lunaria major und minor. Er lebte im Anfange des 18. Jahrhunderts auf Schloß Palu in der Provence, verwandelte viel Blei in Gold, auch Eiſen in Silber. Das weiße Pulver zur letztern Transmutation wollte er aus den genannten Pflanzen darſtellen, welche er in großer Menge anbauen ließ. Der Biſchof von Sens überzeugte ſich ſelbſt von der Wahrheit, und berichtete an den Finanzminiſter Desmarets nach Paris. De l'Isle wurde eingeladen, vor dem Könige ſeine Kunſt zu zeigen; da er aber zögerte, wurde er gefangen genommen und ſollte im Gefängniß arbeiten. Er weigerte ſich und gab an, die Verfertigung des Pulvers nicht zu kennen, ſondern es von einem fremden Adepten erhalten zu haben. Härter behandelt, vergiftete er ſich 1712. —

Die Alchemiſten glaubten auch außerdem noch, durch abnorm geſteigerte vegetabiliſche Lebenskraft werde manchmal in den Pflanzen ſelbſt Gold hervorgebracht. So theilte ein gewiſſer J. Paterſon Hain in den Ephemeriden der kaiſerlichen Naturforſchergeſellſchaft mit, daß 1671 in einem ungariſchen Weinberge alle Traubenkerne von Gold geweſen ſeien, was erſt hundert Jahre ſpäter durch Born entkräftet wurde, welcher nachwies, jene vermeintlichen Traubenkerne ſeien nur die goldgelben Eier eines Inſects. So trug noch 1778 Sage der Pariſer Akademie vor, der Weinſtock erzeuge Gold, und aus einem Centner Rebenaſche wollte er dreihundert Gran Gold abgeſchieden haben; was indeß bei der Wiederholung ſich nicht beſtätigte.

Viele Anhänger hatten die Meinung, daß die Materia prima in Producten des menſchlichen Körpers zu ſuchen ſei, da eine ſo edle Subſtanz nur durch die Alles veredlende Kraft des menſchlichen Körpers, welche unedle Nahrungsmittel in Theile des edlen Organismus verwandle, erzeugt werden könne. Dieſe glaubten auch, die animaliſche Lebenskraft könne manchmal Gold erzeugen, und im 17. Jahrhundert trug man ſich viel mit Geſchichten von Kindern mit goldenen Zähnen, bis Rolfink in ſeiner Chymia in artis formam redacta (1661) dieſe Sache mit guten Gründen unter die nonentia chemica verwies. Die Anhänger jener Meinung arbeiteten mit Haaren, Speichel, Blut, und vorzugsweiſe, ſofern die Lebenskraft und Lebenswärme am längſten auf die Excremente einwirke, mit dieſen. Dafür fanden ſie auch Belegſtellen genug in alten Schriftſtellern. Morienes im 11. Jahrhundert ſagt in ſeinem Dialogus cum Calid rege: O rex, in te est quod quaeris. Viele andere Autoren geben an, der Arme habe die Materia prima ſo gut wie der Reiche; Adam habe ſie mit aus dem Paradieſe gebracht u. ſ. w. Was konnte dies anders ſein, als Excrement? Dazu ſagt noch Haimo im 9. Jahrhundert in ſeiner Epistola de lapidibus philosophicis: um die Materia prima zu erlangen, ſolle man an das Hintertheil der Welt gehen, da werde man donnern hören und des Windes Brauſen vernehmen, Hagel mit Platzregen werde fallen. Da finde man die Sache, ſo man ſuche, und ſie ſei köſtlicher für die Alchemiſten, als alle Steine der Gebirge. Wenn man nun unter der Welt den Mikrokosmus, der ſich im Menſchen repräſentirt, verſteht, ſo iſt die Deutung leicht. Das Vertrauen, daß in dieſen Stoffen die Materia prima enthalten ſei, brachte ſogar einige Alchemiſten dahin, ihre eigenen Excremente, um ſie noch mehr zu zeitigen, einer nochmaligen Verdauung zu unterwerfen. Bemerken will ich hier nur noch, daß die Arbeiten nach dieſem Princip zur Entdeckung des Phosphors führten, welchen ein Hamburger Alchemiſt Brandt 1669 auffand, als er aus Urin den Stein der Weiſen darzuſtellen ſuchte.

Aufſuchung der Materia prima. In thieriſchen Stoffen.

So wurde Alles durchſucht, was irgend Namen hatte; Jungfernmilch und Menſtrualblut, weil die Alchemiſten die Bezeichnungen lac virginis und menstruum (Löſungsmittel) in älteren Autoren fanden; der berühmte Stahl, am Ende des 17. Jahrhunderts, verſichert noch, aus rothgefärbten Kirchenfenſtern laſſe ſich eine ſehr wirkſame Tinctur zur Verwandlung des Silbers in Gold darſtellen. — Die Satyre über die unſinnigen Verſuche der Alchemiſten blieb nicht aus. Ein gewiſſer Benedictus Figulus, der 1608

Auffuchung der Materia prima.

einen Rosarium novum olympicum et benedictum publicirte, lehrte darin, Gold aus Juden zu machen (24 Juden geben nach ſeiner Vorſchrift 1 Loth Gold), und ein würtembergiſcher Pfarrer Johann Clajus ſchrieb 1616: „Alkymistica, d. i. wahre Kunſt, aus Kühmiſt durch ſeine Operation und Proceß gut Gold zu machen.“

Wir haben in dem Vorhergehenden die Bemühungen der Alchemiſten wechſeln ſehen, indem ſie von einer für die früheſte Zeit gar nicht üblen Theorie der Gleichartigkeit aller Metalle hinſichtlich der Zuſammenſetzung ausgingen, und zuletzt dem unſinnigſten Empirismus huldigten, wo gar keine leitende Idee bei ihren Verſuchen mehr aufzufinden iſt. Es iſt ſchwer, zu ſagen, wo die auf chemiſche Anſichten begründeten Bemühungen in rein empiriſche und auf Zufall hin angeſtellte übergehen; die letzten Züge von Abſurdität, welche ich hinſichtlich der Auffuchung der Materia prima mittheilte, bilden indeß jedenfalls den Uebergang zu einer Klaſſe von Alchemiſten, welche alle chemiſche Theorie bei ihren Operationen gänzlich verwarfen. Von den Materialiſten unter den Alchemiſten, welche durch Correction der chemiſchen Zuſammenſetzung unedle Metalle in edle verwandeln wollten, unterſcheidet man die Myſtiker, welche die Erzeugung des Goldes als einen organiſchen oder dynamiſchen Proceß betrachteten, ſoweit ſich ihre unklaren Ideen in wenigen Worten geben laſſen. So entgegengeſetzt ſich auch die Ausgangspunkte dieſer beiden Parteien ſind, ſo findet doch zwiſchen ihren Anſichten ein ganz allmäliger Uebergang Statt; bei den eigentlichen Materialiſten findet ſich myſtiſche Bezeichnungsweiſe, und die eigentlichen Myſtiker verſchmähen nicht, die Beweiſe für die Golderzeugung mit anzuführen, welche die Materialiſten zu geben ſuchten. — Die Myſtiker verglichen die Entſtehung des Goldes mit der thieriſchen Zeugung (für die Art, wie ſie ihre Anſichten einkleideten, kann die Seite 223 angeführte Stelle aus Jean d'Espagnet dienen), oder auch mit der Entſtehung und dem Wachsthum von Pflanzen; ſie ſprechen demgemäß von einer Seele des Goldes, welche mit unedlen Metallen (todten Körpern) vereinigt, dieſe lebendig mache, veredele; oder von einem Samen des Goldes, der in unedle Metalle geſäet, Gold wachſen mache; ſie verſichern, daß dies Wachsthum kräftiger ſtattfinde, wenn eine Putrefaction der unedlen Metalle vorausgegangen ſei, und ermangeln nicht, zu beſſerem Gedeihen auch Dünger zuzugeben. Sie unterſcheiden ein Horizontalgold, als künſtlich hervorgebrachtes, von

Anſichten der Myſtiker über die Metallveredlung.

Anſichten der Myſtiker über die Metallveredlung.

dem **Verticalgold**, welches natürlich vorkommt; der Samen oder die Seele des Goldes heißt auch **Centralgold**; es war dieſes alſo gewiſſermaßen eine Quinteſſenz des Goldes, ein Superlativgold, welches in ſeiner Einwirkung auf unedle Metalle Poſitivgold (gewöhnliches) hervorbringt.

Die Anſicht, daß die Entſtehung des Goldes oder des Steins der Weiſen (denn damit fällt doch wieder zuletzt die Annahme der Myſtiker von Centralgold, Superlativgold und Samen oder Seele des Goldes zuſammen) eine der Erzeugung thieriſcher oder vegetabiliſcher Stoffe analoge Sache ſei, findet ſich ſchon bei älteren alexandriniſchen und byzantiniſchen Schriftſtellern. Dahin deutet z. B., wenn ſchon **Zoſimus** um 400 von einem männlichen und einem weiblichen Princip ſpricht, aus deren Vereinigung das erſte Requiſit zur künſtlichen Erzeugung von Gold ſich bilde. Solche Vergleichungen liegen nahe; ihre Aeußerung kann um ſo weniger befremden, da ſich Unwiſſenheit von Thatſachen nur durch myſtiſche Bezeichnungsweiſe verbergen läßt, und unklare Anſichten ſtets vorzugsweiſe in Analogien gegeben werden. Darauf, daß man die Hervorbringung des Steins der Weiſen als der Hervorbringung eines thieriſchen Organismus analog betrachtete, beruht auch die Benennung ovum philosophicum für das Gefäß, worin der Stein der Weiſen gezeitigt wird (Seite 225); dieſes ovum iſt die Schale zu der Subſtanz, worin der Keim des Steins der Weiſen enthalten iſt; es wird in dem Ofen **bebrütet**. — Unter den Abendländern trug namentlich **Raymund Lull** dazu bei, die myſtiſchen Anſichten in Gang zu bringen, indem er die Bereitung des Steins der Weiſen mit der Verdauung, der Entſtehung des Blutes und der Ausſcheidung der übrigen Säfte im menſchlichen Körper verglich.

Die myſtiſche Anſchauungsweiſe wurde noch anziehender, als die alchemiſtiſchen Operationen nicht allein mit denen eines lebenden Organismus, ſondern ſogar auch mit den Beziehungen zwiſchen Seele und Leib vor und nach dem Tode verglichen wurden. Auch ſolche Gleichniſſe laſſen ſich weit zurückverfolgen. **Aeneas Gazaeos**, aus deſſen Schrift de immortalitate animae ich oben (Seite 153) eine Stelle angeführt habe, gebraucht ſchon die Metallveredlung als Gleichniß für die Auferſtehung mit einem verklärten Leibe. Unter den Abendländern fand dieſe Vergleichung viel Anklang, und allmälig bildete ſich in den Köpfen vieler Alchemiſten die Anſicht aus, daß Leben, Sterben und Auferſtehung nur höhere alchemiſtiſche Proceſſe ſeien (vergl. Theil I. Seite 76). So ſpricht ſich z. B. **Baſilius**

Anſichten der Myſtiker über die Metallveredlung.

Valentinus im Triumphwagen des Antimonii folgendermaßen aus: „Wir armen Menſchen werden wegen unſerer Sünde allhier durch den Tod, den wir wohl verdient, in das Irdiſche, nämlich das Erdreich, eingeſalzen, bis ſo lange wir durch die Zeit putrificiret werden und verfaulen, und dann hinwiederum endlich durch das himmliſche Feuer und Wärme auferweckt, clarificirt und erhaben werden, zu der himmliſchen Sublimation und Erhöhung, da alle Feces, Sünden und Unreinigkeiten abgeſondert bleiben.“ Soweit ſogar ging die Verirrung, daß die Alchemiſten, denen der Begriff des Steins der Weiſen der höchſte war, dieſen ſogar mit dem der Dreieinigkeit verglichen, und die Verwandlung der unedlen Metalle in Gold durch den Stein der Weiſen mit der Erlöſung des Menſchengeſchlechts durch den Heiland. So giebt Baſilius Valentinus in ſeinen Schlußreden eine Allegoria S. S. Trinitatis et Lapidis philosophici, welche als ein Beweis dafür, wie weit der Unſinn ſich ſeiner Zeit geſteigert hatte, hier eine Stelle verdient. „Lieber chriſtlicher Liebhaber der gebenedeiten Kunſt! Wie hat doch die heilige Dreifaltigkeit den lapidem philosophorum ſo herrlich und wunderbarlich geſchaffen. Denn Gott der Vater iſt ein Geiſt, und läßt ſich doch ſehen in Geſtalt eines Menſchen, wie er in ſeinem Wort Genes. I. ſagt: laßt uns Menſchen machen, ein Bild das uns gleich ſei. Alſo iſt zu achten der Mercurius Philosophorum ein ſpiritualiſch corpus, wie ihn die Philoſophi heißen. — Aus Gott dem Vater iſt geboren ſein einiger Sohn Jeſus Chriſtus, welcher iſt Gott und Menſch, und iſt ohne Sünde, hat auch nicht bedürft zu ſterben. Er iſt aber freiwillig geſtorben und auferſtanden um ſeiner Brüder und Geſchwiſter willen, auf daß ſie mit ihm ewiglich ohne Sünde lebeten. Alſo iſt Gold ohne allen Defect, und iſt fir, daß es alle Examina beſteht, und herrlich; aber um ſeiner imperfecten und kranken Brüder und Schweſtern willen ſtirbt es, und ſtehet auf herrlich, erlöſet und tingiret ſie zum ewigen Leben, und machet ſie perfect zu gutem Gold. — Die dritte Perſon in Trinitate iſt Gott der heilige Geiſt, ein Tröſter von unſerm Herrn Jeſu Chriſto, ſeinen gläubigen Chriſten geſandt, der ſtärket und tröſtet ſie im Glauben bis zum ewigen Leben. Alſo iſt auch der Spiritus Solis materialis, oder Mercurius corporis. Wenn ſie zuſammenkommen, ſo heißt er alsdann Mercurius duplicatus, das ſind die zween Spiritus, Gott der Vater und Gott der heilige Geiſt. Aber Gott der Sohn iſt homo glorificatus, gleichwie unſer glorificirtes und fixes Gold, der Lapis philosophorum; daher wird dieſer Lapis auch trinus ge-

nannt. Nehmlich ex duabus aquis vel spiritibus, minerabili et vegetabili, und von dem animaliſchen sulphure solis. Das ſind dann die zwei und drei und doch nur eins, verſtehſt du es nicht, ſo triffſt du keins. — Alſo habe ich per similitudinem das Univerſal genugſam vorgemahlt.“

Anſichten der Myſtiker über die Metallveredlung.

Mit dieſer myſtiſchen Auffaſſung der Bedeutſamkeit chemiſcher Operationen verband ſich nun der ſchon oben beſprochene Glaube an Prädeſtination für den Beſitz des Steins, und es liegt darin zugleich der Grund zu der religiöſen Behandlung der alchemiſtiſchen Forſchungen im Allgemeinen. Dieſes Einmiſchen von Beſchwörungen und Gebeten in chemiſche Operationen, wo keine Unze Weinſtein ohne Anrufung Gottes um ſpecielle Segnung für den bevorſtehenden Proceß in Arbeit genommen wird, iſt erſt den Alchemiſten vom 13. Jahrhundert an eigenthümlich, obgleich auch ſchon bei den älteren griechiſchen Schriftſtellern ſich in öfteren, aber nur einzelnen, Fällen eine Verſchmelzung der Ausübung chemiſcher Operationen mit Ausübung der Frömmigkeit vorfindet. Die Araber kennen eine ſolche Verſchmelzung natürlich nicht, weil die Ausübung der hermetiſchen Kunſt eigentlich gar nicht mit ihren Glaubenslehren in Uebereinſtimmung zu bringen war. — Raymund Lull und Arnold Villanovanus fangen ſchon mit dieſem Mißbrauch der heiligſten Begriffe an; Deus, qui gloriose omnipotens existit, propter te amare, diligere et colere incepimus artem praesentem, — mit dieſen Worten beginnt Erſterer ſein Testamentum. — Arnold Villanovanus giebt in ſeinen Werken viele Lehren, welche Gebete man während der Operationen recitiren muß, und wie oft, damit ein günſtiger Erfolg geſichert werde.

Die Einführung der Gebetsformeln in die alchemiſtiſchen Proceſſe, und überhaupt alle Vermiſchung religiöſer Begriffe mit alchemiſtiſchen, wie wir deren ſo viele bereits im Verfolg dieſer hiſtoriſchen Unterſuchung kennen lernten, wurde durch einen Umſtand theilweiſe veranlaßt oder mindeſtens ſehr befördert, welcher auf den erſten Blick ſehr unbedeutend ſcheint, es aber für dieſen Gegenſtand keineswegs iſt. Ich meine die Angabe von Gebeten als Zeitbeſtimmung. Zwar dauerten die meiſten Operationen der Alchemiſten Tage-, Wochen-, ſelbſt Monate lang, aber es wurden auch kürzer währende Proceſſe beſchrieben, und dafür wird die nöthige Zeit, wie im 10. bis 12. Jahrhundert und noch länger üblich, meiſt nach Gebeten angegeben. Schrieb aber ein Alchemiſt vor, zwei Subſtanzen ſechs Paternoſterlang mit einander kochen zu laſſen, ſo wurde gewiß bei dem damaligen Zeitgeiſt, wenn

Anſichten der Myſtiker über die Metallveredlung.

das Recept in die vierte Hand kam, das Kochen als Nebenſache, das Paternoſterbeten aber als die Hauptſache angeſehen.

Mit der Reformation verlor die myſtiſche Behandlung der hermetiſchen Aufgaben nichts von ihrem Anſehen. Luther ſelbſt verdammte die Alchemie keineswegs, ſondern lobte ſie in ſeiner Canonica »wegen der herrlichen und ſchönen Gleichniſſe, die ſie hat mit der Auferſtehung der Todten am jüngſten Tage. Denn ebenſo wie das Feuer aus einer jeden Materie das Beſte auszieht und vom Böſen ſcheidet, und alſo ſelbſt den Geiſt aus dem Leib in die Höhe führt, daß er die obere Stelle beſitzt, die Materie aber gleichwie ein todter Körper unten am Boden liegen bleibt: alſo wird auch Gott am jüngſten Tag durch ſein Gericht, gleichwie durch Feuer, die Gerechten und Frommen ſcheiden von den Ungerechten und Gottloſen. Die Gerechten werden auffahren gen Himmel, die Ungerechten aber werden unten bleiben in der Hölle.«

Hiernach war eine, wenngleich nur figürliche, Beziehung zwiſchen religiöſen und alchemiſtiſchen Anſichten auch in den Proteſtantismus eingeführt, und man kann faſt ſagen, daß dieſer Myſticismus hier ſpäter ſeine Blüthezeit erreichte. Dies geſchah, nachdem im Anfange des 17. Jahrhunderts der Roſenkreuzerbund ſich mit der hermetiſchen Kunſt abgab, und der Anhang des Schwärmers Jacob Böhme (eines Schuſters zu Görlitz, welcher 1624 in ſeinem 50. Jahre ſtarb, und viele theoſophiſch-philoſophiſche und religiöſe Anſichten verbreitete) gleichfalls in der Sprache der Alchemiſten ſich auszudrücken anfing. Nun war nicht mehr die myſtiſche Ausdrucksweiſe eine Bezeichnung für alchemiſtiſche Meinungen, ſondern die alchemiſtiſchen Ausdrücke wurden zur Bezeichnung religiöſer Anſichten und Schwärmereien angewandt. In den Schriften dieſer Secten bedeutet »Stein der Weiſen« gar nicht mehr eine goldmachende Subſtanz, ſondern Bekehrung, Heil im religiöſen Sinne des Wortes; der irdene Ofen, in welchem die Darſtellung des Steins der Weiſen vor ſich gehen ſoll, iſt der irdiſche Theil des Menſchen; der grüne Löwe, von welchem aus die Alchemiſten den Stein der Weiſen zu erlangen hofften (Seite 225), wird mit dem Löwen aus dem Stamme David's identificirt. Nur mittelſt dieſes Schlüſſels kann man viele ſogenannte alchemiſtiſche Tractate des 17. Jahrhunderts entziffern, welche genau genommen gar nicht Alchemie behandeln, ſondern nur myſtiſch-theologiſchen Inhalts ſind. Wie weit in ihnen die Verſchmelzung religiöſer Begriffe mit der Alchemie geht, kann man aus dem eben Erwähnten ent-

nehmen; auch die oben (Seite 183) mitgetheilte Stelle von Pordage läßt ſich hierher beziehen. — Die Abſurdität der Myſtiker ging aber faſt noch weiter; in vielen Stellen der Bibel fanden ſie offenbare Bezugnahme auf ihre eigenthümliche Auffaſſung der Alchemie. Wirkliche Geiſtesſtörung iſt vorauszuſetzen, wenn man einzelne behaupten ſieht, daß Gott allen wahren Chriſten den Stein der Weiſen verſprochen habe, wobei ſie ſich auf die Offenbarung Johannes (Kap. 2, Vers 17) ſtützen, wo es heißt: *τῷ νικῶντι δώσω — — — ψῆφον λευκὴν* (dem Ueberwindenden werde ich geben einen weißen Stein, worin ſie eine Andeutung auf den »Stein der Weiſen« fanden); wenn man lieſt, daß dieſe Verrückten Kenntniß haben wollen, wie nach der Verleihung des Steins der Weiſen am jüngſten Tage die damit Beſchenkten ihn aufbewahren, wo ſie ſich auf den 7. Vers des 4. Kapitels im II. Brief an die Korinther berufen, wo Paulus ſagt: *ἔχομεν δὲ τὸν θεσαυρὸν τοῦτον ἐν ὀστρακίνοις σκεύεσιν* (wir tragen dieſen Schatz in irdnen Gefäßen). Solche Sachen finden ſich aus dem 17. Jahrhundert in den Schriften des Engländers Asgill, der Deutſchen Gregor Michaelis (geboren 1625 zu Roſtock, geſtorben 1686 als Superintendent zu Oldenburg), Johann Michael Dilherr (geboren 1604 im Hennebergiſchen, 1631 — 1642 Profeſſor der Eloquenz, Geſchichte und Theologie zu Jena, geſtorben 1669 als Prediger zu Nürnberg) und Anderer ausgeſprochen. Anſichten der Myſtiker über die Metallveredlung.

Gehen wir nach dieſer Betrachtung, wie ſich die alchemiſtiſchen Anſichten mit der Auffaſſung einzelner religiöſen Lehren verbanden, wieder zu der angeblichen künſtlichen Bereitung edler Metalle zurück, namentlich in Bezug auf das, was die Myſtiker eigentlich hervorzubringen glaubten.

Die myſtiſche Anſicht über die Erzeugung von Gold erhielt ſich ziemlich lange; der Letzte, der ihr huldigte und öffentlich für ſie auftrat (ohne indeß irgendwie die eben beſprochenen groben Verirrungen zu theilen), war der berühmte und ſonſt wohlverdiente Theolog Johann Salomo Semler (geboren 1725 zu Saalfeld, ſeit 1752 Profeſſor zu Halle, geſtorben 1791). Im Jahre 1786 beſchäftigte er ſich mit einer damals berühmten Univerſalarznei, welche ein gewiſſer Baron Leopold von Hirſch in Dresden unter dem Namen des Luftſalzes feil bot; er ſchrieb mehrere Flugſchriften »von ächter hermetiſcher Arznei«, worin er des Heilmittels Univerſalkraft anpries, und glaubte zuletzt ſelbſt gefunden zu haben, daß in dieſem Salze, wenn es angefeuchtet und warm gehalten werde, Gold ſich er-

Anſichten der Myſtiker über die Metallveredlung.

zeuge und wachſe. Er ſchickte 1787 eine Portion des Salzes ſammt darin gewachſenem Gold an die Akademie nach Berlin; Klaproth fand darin Glauberſalz und Bitterſalz in ein Harnmagma eingehüllt, und Blattgold in hübſchen Dimenſionen. Semler ſchickte auch an Klaproth Salz, in welchem noch kein Gold gewachſen ſei, und einen Liquor, »welcher den Samen des Goldes enthalte und das Salz beim Aufgießen in der Wärme befruchten werde«; es zeigte ſich indeß, daß das Salz bereits mit Blattgold vermengt war. Semler indeß glaubte feſt an die Entſtehung des Goldes, und ſchrieb 1788: »Zwei Gläſer tragen Gold; alle fünf oder ſechs Tage nehme ich es ab, immer zwölf bis funfzehn Gran. Zwei bis drei andere Gläſer ſind auf dem Wege, und das Gold blüht unten durch.« Er ſchickte neuerdings Blätter von vier bis neun Quadratzoll an Klaproth, und dieſer fand nun bei der Prüfung, daß ſich die Pflanze verſchlechtert habe; ſie trug jetzt nur unächtes Gold, Tombak. — Die Sache klärte ſich dahin auf, daß Semler's Diener, welcher des Treibhauſes warten ſollte, Gold in die Gläſer gelegt hatte, um ſeinen Herrn zu vergnügen; bei Verhinderung des Dieners beauftragte dieſer ſeine Frau mit dem Geſchäft, welche indeß der Meinung war, daß man wohlfeiler größere Quantitäten erzielen könne, wenn man unächtes Blattgold hineinwerfe.

Das Vorſtehende mag einen Begriff geben von ächt hermetiſchen Verſuchen zur Darſtellung des Steins der Weiſen. Mit dieſen Beſtrebungen verknüpften ſich noch einige andere, welche nicht übergangen werden dürfen, und deren Beſprechung hier eingeſchaltet werden mag.

Der Alchemie verwandte andere Beſtrebungen.

Das Hauptziel der Alchemie war immer die Darſtellung des Steins der Weiſen in ſeiner Vollkommenheit, alſo auch als Univerſalmedicin. Aber wer nicht ſo weit kam, verſuchte ſeine Kraft und Geſchicklichkeit an einigen anderen Aufgaben, deren Realiſirung ſtets nur von Alchemiſten bearbeitet wurde. Zu den gelegentlichen rein alchemiſtiſchen Beſtrebungen rechne ich die Darſtellung des Alkaheſt, die Palingeneſie und die Hervorbringung des Homunculus.

Das Alkaheſt.

Beſprechen wir zuerſt das Alkaheſt oder Menstruum[1]) universale. — Die Alchemiſten fanden bei dem Aufſuchen des Steins der Weiſen in allen

[1]) Die Bezeichnung Menstruum für Auflöſungsmittel kommt, nach Boerhave,

Der Alchemie verwandte andere Beſtrebungen. Das Alkaheſt.

möglichen Subſtanzen viele Stoffe, welche ihren Löſungsmitteln widerſtanden. Da aber die Körper nur im aufgelöſten Zuſtande chemiſcher Bearbeitung und Veränderung fähig ſind (corpora non agunt nisi soluta), ſo war die Kenntniß wirkſamer Löſungsmittel von hohem Werthe, und es entſtand ſo der Begriff von dem Ideal eines Löſungsmittels, von einer Flüſſigkeit, welche alle Körper ohne Ausnahme auflöſt. Dieſes Ideal wurde Alkaheſt genannt.

Die Sache findet man ſchon im 15. Jahrhundert erwähnt. Georg Ripley ſpricht von einer Quinteſſenz, welche alle Körper zu Oel mache, ſelbſt den Stein der Weiſen auflöſe, und die Krankheiten der Menſchen heile. Aber die Lehre vom Alkaheſt conſolidirte ſich hauptſächlich, nachdem der Name hinzugekommen war. Wie wir dies in der Alchemie ſo oft ſehen, erfolgt eine genaue Angabe von Einzelnheiten bald, wenn nur einmal eine beſtimmte Bezeichnung für einen noch ſo unbeſtimmten Begriff eingeführt iſt.

Der Name findet ſich zuerſt bei Paracelſus. In ſeinem Tractat de viribus membrorum ſagt er: Est liquoris Alchahest magna vis in jecore, ad illud confortandum et confirmandum et praeservandum ab hydrope et omnibus generibus ex hepate oriundis. — — Quare vobis omnibus, qui colitis medicinam, opus ut noscatis praeparare Alchahest, ad abigendos morbos plurimos ab hepate oriundos. — Dies iſt Alles, was ſich bei Paracelſus darüber findet; von der Zubereitung ſagt er kein Wort.

Das Alkaheſt wäre indeß ohne Zweifel mit den vielen anderen neuen Ausdrücken des Paracelſus vergeſſen worden, hätte es nicht van Helmont aufgefaßt und auf den Begriff eines allgemeinen Auflöſungsmittels angewandt. Van Helmont iſt der hauptſächlichſte Gewährsmann für alle dem Alkaheſt beigelegten Eigenſchaften; es ſind dies folgende:

Das Alkaheſt iſt eine Flüſſigkeit (aqua crassa, solvens, immutabilis) von brennender Eigenſchaft (deßhalb heißt es auch ignis aqua, ignis Gehennae); anderswo nennt er es ein Salz, und das Ens primum der Salze.

davon her, daß man früher die Auflöſungsmittel nur bei ſehr gelinder Wärme, aber deſto länger, auf die Körper einwirken ließ. Die gebräuchliche Zeit war Ein Monat; daher der Name menstruum für einen Stoff, welcher eine monatlange (was menstruus eigentlich heißt) Wirkſamkeit ausübt.

Der Alchemie verwandte andere Beſtrebungen. Das Alkaheſt.

Es findet ſich nicht in der Natur, und kann nur künſtlich dargeſtellt werden; ſeine Bereitung iſt aber das ſchwerſte aller chemiſchen Kunſtwerke. Zu ſeiner Erlangung iſt auch wieder Prädeſtination nöthig; particulari privilegio electus esse debet, qui eo potietur. Manet quippe Deus solus ejus dispensator, ob rationes Adeptis notas.

Das Alkaheſt löſt alle Körper, und verwandelt ſie in eine wäſſerige Flüſſigkeit. Der Sand widerſteht jedem künſtlichen Löſungsmittel, nur durch das Alkaheſt wird er aufgelöſt, mit welchem er bei künſtlichem Feuer ein Salz bildet, und endlich zu Waſſer (Flüſſigkeit) wird. Es löſt auch die mineraliſchen, vegetabiliſchen und animaliſchen Subſtanzen; Felſen, Edelſteine, Kieſel, Sand, Markaſit, Glas, Kalk, Schwefel u. ſ. w. verwandelt es in ein Salz (löslichen Körper); die Metalle indeß nur ſchwer, propter seminis anaticam commistionem. Es löſt auch die Oele, ſelbſt Cedernholz, auch Kohle von Eichenholz. — Gold wird aufgelöſt, Queckſilber in ein fixes, feuerbeſtändiges Pulver verwandelt. — Im Allgemeinen iſt ſeine löſende Wirkung wie die des heißen Waſſers auf Schnee.

Dabei hat das Alkaheſt auch nach van Helmont bedeutende mediciniſche Eigenſchaften; ut ignis omnes perimit insectas: ita Alkahest consumit morbos.

Das ſind die vornehmſten Eigenſchaften des Alkaheſt. Denn alle ſpäteren treten nur dem van Helmont nach. Was iſt es nun für eine Subſtanz?

Die Wichtigkeit, welche die Sache für die Alchemiſten hatte, ließ viele unter ihnen ſich mit dieſem Gegenſtande beſchäftigen. Einige verſuchten die Ergründung etymologiſch. Sie glaubten, daß Alkaheſt anzeige: Alkali est; Andere wollten darunter Allgeiſt verſtehen, den Spiritus mundi, wovon viel gefabelt wurde, und welchen die Meiſten als mit dem Mercur der Weiſen identiſch betrachteten (auch die Identität des Alkaheſts mit dem mercurio philosophorum wurde vielfach behauptet); noch Andere Salzgeiſt. Einige leiteten es auch von dem Worte καυστής, Verbrenner, ab, welchem die Araber den Artikel vorgeſetzt hätten, wobei nur zu bemerken iſt, daß ſich bei keinem Araber das fragliche Wort findet. Auf dieſe Art erhielt man keinen genügenden Aufſchluß.

Andere unterſuchten, welche Subſtanz in ihrer Wirkung der des Alkaheſts am meiſten entſpreche. Glauber, der ſich unter den Späteren am meiſten damit beſchäftigt hat, war der Meinung, es ſei nitrum fixum,

Pottaſche, welche viele der von van Helmont angegebenen Eigenſchaften hat, aber nicht alle; indeß wird in ſpäteren Werken oft unter Alkaheſt des van Helmont geradezu Pottaſche verſtanden. Glauber ſelbſt ſchrieb indeß auch ſeinem sal mirabile in gewiſſer Hinſicht die Eigenſchaft eines Alkaheſts zu, beſonders weil es die Kohlen auflöſt, »welche doch ſonſt durch kein corrosiv zu ſolviren«, und nebenbei auch viele Metalle. Zwelffer und Tachenius hielten den ſcharfen Grünſpaneſſig für van Helmont's Alkaheſt; zu Gunſten dieſer Anſicht läßt ſich nur wenig anführen. Unter dem Namen Alcaest de Respour wurde früher eine Auflöſung von Zink in Kali verſtanden, welche Reſpour zu Paris in ſeinen rares experiences sur l'esprit minéral (1668) für den Univerſalmineralgeiſt hielt, und von welcher er bedeutenden Erfolg für die Metallveredlung erwartete.

Der Alchemie verwandte andere Beſtrebungen. Das Alkaheſt.

Nach dem Alkaheſt wurde im 17. Jahrhundert eifrig geſucht; bald indeß klärten ſich die Anſichten der Chemiker mehr auf, und die Unmöglichkeit deſſelben wurde behauptet. Kunkel beſonders war es, der gegen die Exiſtenz eines allgemeinen Löſungsmittels eiferte, und ſeine einfache Frage: »wie haben es denn die Beſitzer deſſelben aufbewahrt?« war hinreichend, die Meiſten von der Unſinnigkeit der Annahme, daß ein ſolcher Körper darzuſtellen ſei, zu überzeugen. Im 18. Jahrhundert wird dem Alkaheſt nur noch geringe Aufmerkſamkeit geſchenkt, und die hiſtoriſche Betrachtung dieſer alchemiſtiſchen Verirrung können wir hier ſchließen.

Mittelbar nur ſtehen mit der Alchemie die Anſichten über die Palingeneſie und den Homunculus in Verbindung, welche ich daher hier nur kurz berühren will.

Die Palingeneſie.

Unter Palingeneſie verſtand man die Wiedererweckung der Pflanzen aus ihrer Aſche. Weil dies unmöglich iſt, wurde es vielfach verſucht. Quercetanus um 1600 iſt der Erſte, welcher deutlich ausgeſprochen hat, daß geſchickte Chemiker aus jeder Aſche die Pflanze wieder in geſundem Zuſtande hervorbringen können, von welcher die Aſche urſprünglich ſtammte. Schon van Helmont erklärte ſich gegen dieſen Unſinn, der indeß auch viele Vertheidiger fand. Kunkel ſprach ſich gleichfalls dagegen aus, und betrachtete die Palingeneſie in ſeiner philosophia chymica 1694 als ein non-ens chymicum. Von ihm wiſſen wir auch, daß damals die Beweiſe dafür ganz in alchemiſtiſcher Art gehalten waren, es war nämlich Taſchen-

Der Alchemie verwandte andere Beſtrebungen. Die Palingeneſie.

ſpielerei, wo man den Samen der Pflanzen geſchickt in die Aſche zu mengen wußte. Daß auch nicht, wie Einige behauptet hatten, die Lauge von einem verbrannten Kraute bei dem Gefrieren die Geſtalt des Krautes im Eiſe hervorbringe, und ſo eine Art Palingeneſie ſtattfinde, hat Boyle 1661 ausführlich zu zeigen für gut befunden. Noch 1716 traten aber Verfechter ſolchen Aberglaubens auf, z. B. der damals berühmte Arzt Franck von Franckenau in einer eigenen Schrift, und faſt gleichzeitig erklärte ein Dr. A. F. Pezold, was man eigentlich unter Palingeneſie zu verſtehen habe, nämlich nicht die Hervorbringung einer wirklichen Pflanze, ſondern einer dieſer ähnlichen idealiſchen. Die Sache kam zuletzt darauf hinaus, daß man bei dem Kryſtalliſiren der Salze pflanzenähnliche Figuren beobachte, die eine Uebereinſtimmung mit den Pflanzen haben ſollen, woraus das Alkali des Salzes gewonnen war. Daß ſelbſt um 1764 Anhänger der Palingeneſie exiſtirten, veranlaßte zu dieſer Zeit noch Wallerius, die Widerlegungsgründe zu wiederholen.

Der Homunculus.

Früher noch, als dieſe künſtliche Darſtellung von Pflanzen aus ihrer Aſche, zeigt ſich das wo möglich noch unſinnigere Beſtreben, durch ſpagiriſche Künſte einen thieriſchen oder menſchlichen Körper darzuſtellen. Paracelſus iſt der Erſte, welcher die Hervorbringung eines kleinen lebendigen Menſchen, des homunculus, aus männlichem Samen durch chemiſche Handgriffe behauptet. Nur Wenige mögen ſich indeß damit befaßt haben; daß es aber geſchah, lehrt uns die Aufmerkſamkeit, womit noch Kunkel der Anſicht erwähnt; dieſer urtheilt übrigens: homo secreta ratione in vitro vel ampulla chymica fabricatus, est non-ens. Noch 1733 ließ indeß Fr. Rothſcholz in ſeinem Theatrum chemicum eine »treuherzige Warnungs-Vermahnung an alle Liebhaber der Alchemie« abdrucken, worin vor den falſchen Alchemiſten gewarnt wird, welche aus Kinderurin den homunculus darſtellen, der unſichtbar ſich von Wein und Roſenwaſſer nähren ſolle, bis er ſichtbar werde, wo er einen Schrei thue; wobei zugleich angegeben wird, daß dergleichen Betrüger gewöhnlich kleine elfenbeinerne Knochen in das Gefäß prakticiren, und damit die Getäuſchten überreden, der homunculus ſei wirklich dageweſen, aber aus Mangel an Pflege umgekommen.

Solche Verirrungen und Unſinnigkeiten ſchloß die Alchemie im weiteren Sinne ein; die hermetiſchen Beſtrebungen ſind in dieſen Beziehungen die letzten Ausläufer einer tiefen geiſtigen Dunkelheit und des

bereitwilligſten Aberglaubens früherer Zeit. Im 18. Jahrhundert wich auch dieſe Finſterniß allmälig vor der immer zunehmenden Aufklärung. Die letzten Schickſale der Alchemie und die Umſtände, welche hauptſächlich ſie vergehen ließen, bilden den letzten Abſchnitt dieſer hiſtoriſchen Unterſuchung.

Digitized by Google

V. Verfall des Glaubens an Alchemie.

Wir haben jetzt alle Einzelnheiten des alchemiſtiſchen Strebens ſo weit verfolgt, als es für eine genauere Einſicht in die Eigenthümlichkeit deſſelben nothwendig erſcheint. Wir wenden uns nun zu der Betrachtung, wie der Glaube an die Alchemie erſchüttert wurde, und zuletzt die hermetiſche Kunſt ganz von dem Schauplatze verſchwindet.

In dem Vorhergehenden habe ich bereits öfters ſolcher Umſtände erwähnt, welche der Verbreitung und Erhaltung des alchemiſtiſchen Glaubens hindernd in den Weg treten konnten. Von dieſen fruchteten am wenigſten die Zwangsmaßregeln, und ſolche wurden, wie wir oben (Seite 192) ſahen, meiſt angewendet. Durch Edicte ſollte die Alchemie beſchränkt oder aufgehoben werden, allein derartige Maßregeln dienten nur, das Intereſſe für die hermetiſche Kunſt zu erhöhen. Wirkſamer zeigten ſich allmälig die mit geiſtigen Waffen gegen die Alchemie Ankämpfenden, und über ihre Bemühungen und Erfolge will ich hier Genaueres berichten.

Zweifler an der Möglichkeit der Metallverwandlung gab es jederzeit; ſchon Geber ſpricht gegen ſie in ſeiner Summa perfectionis, und ſucht ihre Gründe zu entkräften. Ich will hier keine Reihe von Namen anführen, welche Gegnern der Alchemie aus früherer Zeit angehören, da ſie ihre Anſicht doch nicht geltend zu machen wußten. Im 16. Jahrhundert treten die Zweifler an der hermetiſchen Kunſt offener auf, aber die Anhänger überwiegen ſie noch bei weitem. Die Stimmen der Gelehrten aus anderen Wiſſenſchaften waren gleichfalls getheilt hinſichtlich des Werthes der alchemiſtiſchen Beſtrebungen. Während Melanchthon die Alchemie als imposturam quandam sophisticam verwirft, ſagt Luther in ſeiner Canonica: »Die Kunſt der Alchemei iſt recht und wahrhaftig der alten Weiſen Philoſophei, welche mir ſehr wohl gefällt, nicht allein wegen ihrer Tugend und

vielen Nutzbarkeit, die ſie hat mit Deſtilliren und Sublimiren in den Metallen, Kräutern, Waſſern und Olitäten, ſondern auch von wegen der herrlichen ſchönen Gleichniſſe, die ſie hat mit der Auferſtehung der Todten am jüngſten Tage.« So hielt lange Zeit immer der günſtige Ausſpruch eines hochgeachteten Mannes dem ungünſtigen eines andern wenigſtens das Gleichgewicht.

Einer der Erſten, welche die Alchemie ernſtlich zu bekämpfen ſuchten, war der ſchon im I. Theile erwähnte Thomas Lieber oder Eraſtus. Bekämpfung der Alchemie im 16. Jahrhundert. Sein Hauptziel war, die Paracelſiſche Lehre zu widerlegen, und damit verband er eine heftige Kritik aller Anſichten, auf welche dieſe Lehre ſich ſtützte. Die alchemiſtiſchen Meinungen über den Gehalt aller Körper, namentlich der Metalle, an Schwefel und Queckſilber als Grundſtoffen, griff er nachdrücklich an, und ſuchte zu zeigen, daß die Möglichkeit der Metallverwandlung theoretiſch nicht erwieſen werden kann. Daß ſie auch nicht hiſtoriſch erwieſen iſt, glaubte er mit der Aufdeckung einer Menge Betrügereien, welche von Alchemiſten verübt worden waren, ſattſam zu beweiſen, und theilte die Kunſtgriffe mit, deren ſich die Hermetiker jener Zeit gewöhnlich bedienten, um Gold unedlen Metallen unterzuſchieben. Seine explicatio quaestionis famosae illius, utrum ex metallis ignobilibus aurum verum et naturale arte conflare possit, welche hauptſächlich ſeine Angriffe auf die Alchemie enthielt und 1572 gedruckt wurde, machte indeß in jener Zeit noch nicht viel Eindruck.

Ebenſo wenig wie die ernſthafte Bekämpfung, fruchtete damals der Spott, der auch gegen die Alchemiſten ſich rege zeigte. Von den vielen Witzen auf die Goldmacherkunſt aus jener Zeit gebe ich hier nur als Probe die ſpäter oft wieder angeführten Verſe des Jeſuiten Grethſer aus Ingolſtadt, womit dieſer (um 1600) die Paracelſianer ärgerte:

Alchemia est scientia sine arte,
Cujus principium est pars cum parte,
Medium strenue mentiri,
Finis mendicatum ire
Vel in cruce corvos nutrire,
Quod Paracelsicis solet evenire.

In ähnlicher Abſicht, wie Eraſtus, aber ſich ein beſchränkteres Ziel ſetzend, trat Hermann Conring auf. Auch er griff in ſeinem Werke: de hermetica Aegyptiorum vetere et Paracelsica nova Medicina (1648) hauptſächlich die Paracelſiſche Medicin an, die Alchemie nur in der Bezie-

Digitized by Google

Bekämpfung der Alchemie im 17. Jahrhundert.

hung, daß er das Fabelhafte in den Angaben über einen ſehr alten Urſprung dieſer Kunſt in das rechte Licht ſetzte. Aber keineswegs hat er, wie ihm dies gewöhnlich zugeſchrieben wird, die Möglichkeit der Metallverwandlung geleugnet; im Gegentheil äußert er ſich in einem ſpäteren Werke (1669), ſeiner Apologia contra Borrichium (einen däniſchen Gelehrten, welcher das hohe Alter der Alchemie eifrigſt vertheidigte): Egone Chemicorum odio exaestuo, qui propugnavi veritatem ipsiusmet χρυσοποιητικῆς?

Zu gleicher Zeit mit Conring, aber die Möglichkeit der Metalltransmutation geradezu verwerfend, waren zwei andere Gelehrte noch thätig: Rolfink und Kircher. Werner Rolfink (geboren zu Hamburg 1599, geſtorben als Profeſſor der Medicin und Chemie zu Jena 1673) ſuchte beſonders darzuthun, daß die eigentliche Chemie mit Alchemie gar nichts zu thun hat; er entzog ſo dieſer letzteren die wiſſenſchaftliche Stütze, und erſchöpfte ſich auch in Gründen gegen das Statthaben einer Metallveredlung. Seine verſchiedenen Schriften hierüber, welche den gemeinſamen Titel Non Entia chymica führen, kamen 1645 — 1670 heraus. Caveat sibi, ſagt Rolfink, ab hac opum depraedatrice arte, cui salus sua cordi. Qui alicui male vult, eum autem aperto marte aggredi non audet, saltem autor ipsi sit, ut huic studio se tradat. — Athanaſius Kircher (geboren zu Fulda 1602, Jeſuit, Lehrer zu Avignon und zuletzt zu Rom, wo er 1680 ſtarb) zeigt ſich gleichfalls, und namentlich in ſeinem Mundus subterraneus (1665), als ein entſchiedener Widerſacher der Alchemiſten, die er ohne Ausnahme für Betrüger erklärt; Ausnahmen giebt er zu, aber nur, um noch härtere Beſchuldigungen aufbringen zu können. Er glaubt nämlich, daß für einige Fälle die Wahrheit der Metallverwandlung nicht beſtritten werden könne, aber daran erkenne man gerade das Verwerfliche der Alchemie; denn da nach ſeinen Gründen die Metallverwandlung phyſiſch unmöglich ſei, ſo müſſe das Statthaben derſelben ein Blendwerk des Teufels ſein, womit dieſer die Seelen zu verführen ſuche.

Die Anhänger der Alchemie hatten indeß doch zu letzterer Zeit noch wenig Luſt, ihre Kunſt als ungegründet zu verleugnen; eine Stütze fanden ſie noch darin, daß einige ausgezeichnete Chemiker der hermetiſchen Kunſt ganz vertrauten, und die Wahrhaftigkeit derſelben durch ihre Autorität bekräftigten. Hier muß Becher genannt werden, der ſowohl praktiſch (vgl. ſeine künſtliche Eiſenerzeugung und ſeine ewigen Goldminen im Meerſande, Seite 178 des I. Theils), als auch durch ſcharfſinnige Wider-

Bekämpfung der Alchemie im 17. Jahrhundert.

legung ſophiſtiſcher Beweiſe, welche die Nichtigkeit der Alchemie darthun ſollten, dieſe vertheidigte. Nichts giebt über den geiſtigen Zuſtand, in welchem ſich um 1670 die Angriffe auf die Goldmacherei und ihre Widerlegung bewegten, einen beſſern Begriff, als einige Stellen in dem zweiten Supplement zu der Physica subterranea von Becher, deren Inhalt hier kurz angedeutet werden mag. — Bekannt ſei es ihm, ſagt Becher, daß ein ſubtiler Kopf den Alchemiſten eine Betrachtung entgegengeſetzt habe, welche für dieſe ein gordiſcher Knoten ſein ſolle, und auf eine Beſprechung derſelben müſſe man eingehen. Wenn die Alchemie exiſtire, ſage jener, ſo müſſe ſie Salomo gekannt haben, der unleugbar alle Weisheit des Himmels und der Erde beſeſſen habe; dieſer aber habe Schiffe gen Ophir geſchickt, um Gold holen zu laſſen, auch ſeine Unterthanen ſtark beſteuert, was er ſicher nicht gethan hätte, falls er habe Gold machen können; alſo habe Salomo die Alchemie nicht gekannt, alſo exiſtire ſie nicht. — Becher concedirt den major, daß Salomo alle Weisheit beſeſſen habe, wenn es ihm gleich zweifelhaft dünkt, daß ſich dieſelbe auf alle Specialitäten erſtreckt habe; ob Salomo denn auch mit dem Schießpulver und der Buchdruckerkunſt bekannt geweſen ſei? wirft er ein. — Den minor aber leugnet er unbedingt; aus der Schifffahrt nach Ophir und der Steuererhebung laſſe ſich keineswegs ableiten, daß Salomo den Stein der Weiſen nicht beſeſſen. Ob denn unter Kaiſer Leopold, der doch, wie bekannt, Gold gemacht habe (Seite 172), eine Steuerermäßigung ſtattgefunden habe? Und ob es wohl mit der Schifffahrt nach Ophir eine ſo ausgemachte Sache ſei? zu jener Zeit, wo man den Compaß noch nicht gekannt habe? Ob denn Salomo ſeine Schiffe nur, um Gold zu holen, habe nach Ophir ſchicken können? nicht als Uebungsexpedition? Im Gegentheil, die Fahrt nach Ophir mit allem Geheimnißvollen, was darüber ſchwebe, ſpreche dafür, daß Salomo allerdings Adept geweſen ſei, der nur, um das Geheimniß zu wahren, das Gold nicht in ſeinem Palaſte gemacht habe, ſondern die Tinctur in ein fernes Land verſandt und das gemachte Gold habe zurückbringen laſſen; was denn ſonſt Ophir ſein könne? in Oſtindien und in Amerika treffe man keine Goldgruben aus der Zeit der Juden; was denn im andern Falle Salomo den Bewohnern von Ophir zum Tauſch habe geben können? und weßhalb nicht nach Salomo's Tode unter Rehabeam dieſe Schifffahrt fortgeſetzt worden ſei? Ihm, Becher, ſei es gewiß, daß Salomo den Stein der Weiſen beſeſſen und gebraucht, aber an Niemand verrathen habe, und jenes

Digitized by Google

Bekämpfung der Alchemie im 17. Jahrhundert.

Gegners Einwurf ſei frivol und nichtig. — So disputirte man damals über chemiſche Gegenſtände.

Mit dem Anfange des 18. Jahrhunderts gewannen die Gegner der Alchemie an Anzahl; namentlich ſagten ſich ſchon Viele aus dem gelehrten Stande im Allgemeinen von dem Glauben an Alchemie los, und in mehreren Schriften jener Zeit wird die Alchemie bündig charakteriſirt als eine casta meretrix, quae omnes invitat, neminem admittit; ars sine arte, cujus principium est cupere, medium mentiri et finis mendicare vel patibulari. — Auch mehrten ſich die Schriften, welche ſpeciell gegen die Alchemie gerichtet waren. Ihre Titel und Autoren hier vollſtändig aufzuführen, iſt unnöthig, da ſich kein bekannterer Name darunter findet, und keins dieſer Werke beſondere Wirkung gethan hat; viele von dieſen erſchienen zudem anonym. Dieſe Kinder der Aufklärung hatten indeß zum Theil ſonderbare Titel, und ihre Beweisführung war immer noch eine ſehr indirecte. So ſuchte z. B. J. C. Ettner die Alchemie in zwei Schriften zu bekämpfen, deren eine ſchon 1696 als »des getreuen Eckhard's entlarvter Chymikus, in welchem der Laboranten Bosheit und Betrügerei dargeſtellt wird«, erſchien; die andere aber als »des getreuen Eckhard's mediciniſcher Maulaffe oder der entlarvte Marktſchreier« 1710 den letzten Nachdruck geben ſollte. Ein anderer Alchemiſtenfeind, J. Schmid zu Chemnitz, ſchrieb 1706: »Der von Moſe und den Propheten übel urtheilende Alchymiſt, vorgeſtellt in einer ſchriftmäßigen Erweiſung, daß Moſes, wie auch David, Salomo, Hiob und Esra keine Adepti lapidis philosophorum geweſen ſind«, durch welchen Beweis hauptſächlich auch er der Alchemie den Todesſtoß zu geben glaubte. Da kamen auch 1702 heraus »Poſaunen Eliä des Künſtlers, oder deutſches Fegefeuer der Scheidekunſt, — — — von einem Kind des Vizlipuzli, der ehrlicher Leute Ehre und der Aufgeblaſenen Schande entdecken will.« Aber die Vertheidiger der Alchemie waren nicht ſtill; 1703 erſchien »Erlöſung der Philoſophen aus dem Fegefeuer der Chymiſten, das iſt, rechtmäßige Recenſion im Namen der Philoſophen den unlängſt ausgeflogenen drei Laſterbogen entgegengeſetzt durch Ihrer Herrlichkeit Fiscal«, und 1705: »Demolirung und Eroberung des durch den Schall einer thönernen Eliasposaune, auf Befehl des chymiſchen Papſtes angekündigten Fegefeuers der Scheidekunſt, ſammt den übrigen auf der Inſel Schmäheland aufgerichteten Schanzen.«

Mehr als alle ſolche Angriffe ſchadete dem Glauben an die hermetiſche

Kunſt der Umſtand, daß ſich die eigentlichen Chemiker immer mehr von der Alchemie abwendeten, und nachgerade die gewöhnlichen alchemiſtiſchen Beſtrebungen geradezu verwarfen, wenn ſie auch die Möglichkeit der Metallverwandlung, aber nur dem Princip nach, noch anerkannten. Nach Kunkel und Homberg um 1700 gab ſich faſt kein Chemiker von Ruf mehr mit hermetiſchen Arbeiten ab, ſondern ſie begannen nun der Alchemie entgegen zu treten. Schon der berühmte Otto Tachenius hatte in ſeinem Hippocrates chymicus (1666) viele Taſchenſpielereien von angeblichen Adepten aufgedeckt. Der Begründer der phlogiſtiſchen Theorie, G. E. Stahl, welcher in ſeiner Jugend eifrig Alchemie getrieben hatte, verleugnete dieſelbe in höherem Alter, und erklärte ſich gegen die »thörichten Hoffnungen und Einbildungen der Goldmacherei«. Glimpflich mit den Alchemiſten verfuhr noch Boerhave, wenn er auch durch ſeine praktiſchen Prüfungen (Thl. I. Seite 199) den Ungrund mehrerer ihrer Angaben darthat. In ſeinen Elementis Chemiae (1732) ſagt er: über die Richtigkeit der Alchemie, ob ſchon Gold künſtlich gemacht worden ſei, wage er nicht zu entſcheiden. Faſt überall, wo er die Alchemiſten verſtehe, habe er ſich von ihrer guten Beobachtungsgabe und der Richtigkeit ihrer Vorſchriften überzeugt; ob er ſie da, wo er ſie nicht verſtehe, ſogleich der Lüge zeihen oder nicht vielmehr ſeine Unwiſſenheit anklagen ſolle? Abenteuerlich ſeien allerdings oft die Verſicherungen der Alchemiſten, aber habe man nicht auch die Sagen vom ewigen Feuer für abenteuerlich gehalten, und doch ſei es jetzt im Phosphor entdeckt; und ſo ſei es mit vielem anderen. Sapientum est, ſchließt er, omnia explorare, retinere probata, nunquam limitare Dei potentiam, neque productae a Creatore naturae fines. Bekämpfung der Alchemie im 17. Jahrhundert.

Viel ſchroffer äußerte ſich ſchon 1722 der berühmte St. F. Geoffroy, welcher in einer weitläufigen Abhandlung die Betrügereien der Alchemiſten darlegte.

Der Vollſtändigkeit wegen will ich hier Einiges darüber einſchalten, in welcher Weiſe die Betrügereien der Alchemiſten gewöhnlich vor ſich gingen. — Man nahm Tiegel mit doppelten Böden, zwiſchen welchen Gold verborgen war; darin ſchmolz man ein unedles Metall, warf irgend eine Subſtanz darauf, rührte um, wobei man den oberen dünnen Boden durchſtieß, und fand zuletzt ein goldhaltiges Metall im Tiegel. Oder man deckte den Tiegel mit einer Kohle zu, in welcher ſich eine Höhlung befand, die mit Gold gefüllt und mit ſchwarzem Wachs verſchloſſen war. Oder man rührte das Aufdeckung alchemiſtiſcher Betrügereien.

Aufdeckung alchemiſtiſcher Betrügereien.

geſchmolzene unedle Metall nach der Projection mit einem Holzſtäbchen um, welches ausgehöhlt war und Gold verbarg. Gewöhnlicher noch nahm man Zinnober oder Eiſenoxyd, welchen Goldkalk beigemiſcht war, als angeblich reine Subſtanzen, oder ein Amalgam ſtatt reinen Queckſilbers u. ſ. f. — Viel Aufſehen machten früher eiſerne Nägel, welche zur Hälfte in Gold verwandelt waren, ſo weit man ſie in die Tinctur eingetaucht hatte. Einen ſolchen Nagel zeigte man zu Florenz noch im Anfange des vorigen Jahrhunderts; er ſtammte von Leonhard Thurneyſſer, welcher 1586 dieſe Verwandlung vor den Augen des Großherzogs von Toscana, Ferdinand von Medicis, bewerkſtelligt hatte. Der Nagel mit eiſernem Kopfe und goldener Spitze täuſchte Viele, wozu das eigenhändige Zeugniß des Großherzogs, was mit vorgezeigt wurde, nicht wenig beitrug. Später erkannte man, daß die goldene Spitze angelöthet war. Die ganze Verwandlung beſtand darin, die Eiſenfarbe, womit man das Gold überſtrichen hatte, zu zerſtören. — Von ähnlicher Art waren die Verwandlungen, welche Sendivogius in den letzten Jahren ſeines Lebens producirte, ſilberne Münzen auf der einen Seite in Gold zu verwandeln; namentlich machte dieſer Adept eine derartige Probe ſeiner Kunſt vor Ferdinand II. Zu dieſem Zwecke wurde ein Goldblech auf eine Silberplatte gelöthet, und die Maſſe ausgeprägt, die Goldſeite aber mit Queckſilber weiß gefärbt. Um die Metallverwandlung zu zeigen, beſtrich Sendivogius die eine Seite der Münze mit einem gewiſſen Waſſer, glühte das Silberſtück aus, und wenn es aus dem Feuer kam, ſo war die eine Seite ziemlich tief in Gold verwandelt. — Cosmus I., Großherzog von Toscana (regierte 1537—1569) wurde in anderer Weiſe von einem fahrenden Alchemiſten getäuſcht, welcher ſich Daniel von Siebenbürgen nannte, und ſich auch mit der Heilkunde befaßte. Dieſer wußte in der Umgegend von Florenz eine von ihm bereitete Univerſalarznei unter dem Namen Usufur ſo bekannt zu machen, daß ſie in jeder Apotheke, von ihm gekauft, vorräthig gehalten wurde. Dieſes Usufur war ſtark goldhaltig; der Preis war indeß doch nicht ſehr hoch, und der Verfertiger konnte dieſe Speculation um ſo eher ohne großen Schaden wagen, da er ſeinen Patienten immer die Arzneien ſelbſt zuſammenſetzte, wozu er immer auch Usufur holen ließ, was er dann ſtets wieder für ſich behielt. Als das neue Heilmittel ziemlich bekannt geworden war, machte Daniel dem Großherzog von Toscana den Vorſchlag, ihn Gold bereiten zu lehren; der Vorſchlag wurde angenommen. Der Alchemiſt ſchrieb dem Großherzog die Subſtanzen

Digitized by Google

Aufdeckung alchemiſtiſcher Betrügereien.

vor, mit welchen man die unedlen Metalle behandeln müſſe, damit ſie zu Gold würden; darunter war auch Usufur. Der Großherzog machte den Verſuch, ließ ſich mit Vorſicht alles Nöthige aus der Apotheke holen, und erhielt recht gutes Gold. Er belohnte den Alchemiſten mit einem Geſchenk von 20,000 Ducaten, welche dieſer ſogleich ſelbſt nach Frankreich in Sicherheit brachte, von wo aus er dem Großherzog ganz offene Aufklärung über ſein Verfahren gab. — Der Seite 201 erwähnte Honauer ließ den Herzog von Würtemberg in folgender Art ſelbſt Gold machen: Der Herzog beſchickte in des Alchemiſten Laboratorium den Tiegel ſelbſt mit den angegebenen Materialien, worauf Feuer gegeben wurde, welches lange Zeit ſich ſelbſt überlaſſen fortbrennen mußte, ohne daß Jemand am Tiegel etwas ſtören durfte. Während dieſer Zeit verließen Alle das Laboratorium, und der Herzog war ſchlau genug, das Zimmer zu verſchließen und den Schlüſſel bei ſich zu behalten. Aber in einer Kiſte des Laboratoriums war ein Knabe verborgen, welcher nun hervor kam, Gold in den Tiegel warf, und ſich wieder verſteckte. Der Herzog fand ſpäter wirklich Gold im Tiegel, aber der geſpielte Betrug wurde entdeckt und geahndet.

Von dieſer Art waren im Allgemeinen die Mittel, welcher ſich die betrügeriſchen Alchemiſten bedienten, um Gold künſtlich darzuſtellen. Noch mehrere anzuführen, iſt nicht nöthig. Je bekannter dieſe Betrügereien wurden, und dies war namentlich in der erſten Hälfte des 18. Jahrhunderts der Fall, um ſo größer wurde die Zahl der Gegner der Alchemie; eine beſondere Unterſtützung fanden dieſe noch in dem Umſtande, daß das weit verbreitete Uebel der Goldmacherſucht ſich nachgerade zu offen in ſeinen traurigen Folgen zeigte, als daß nicht alle Menſchenfreunde an ſeiner Bekämpfung hätten Theil nehmen ſollen; und hierzu erſchien kein Mittel geſchickter, als die Möglichkeit der Metallverwandlung geradezu zu leugnen. Es wurde nachgerade ein Zeichen von Aufklärung und Vorurtheilsfreiheit, gegen die Alchemiſten loszuziehen, und unter den Gegnern derſelben erblicken wir auch Männer, welche in keiner Weiſe zu einer Entſcheidung der Frage in wiſſenſchaftlicher Beziehung befähigt waren. Die Patrone der Alchemie wurden immer ſeltener; Ernſt Auguſt von Sachſen-Weimar (um 1740) begünſtigte ſie noch; auch Friedrich der Große ſchien ihr, wie wir oben (Seite 200) ſahen, nicht abgeneigt, aber im Allgemeinen wurde die hermetiſche Kunſt nur wenig mehr von oben her unterſtützt. In eine um ſo mißlichere Lage gerieth aber die hermetiſche Kunſt, da jede Angabe über

Letzte Vertheidigung der Alchemie.

Digitized by Google

Letzte Vertheidigung der Alchemie.

Metallveredlung, welche genauer mitgetheilt war, wie z. B. die erwähnten von Homberg und Cappel (Seite 167), als irrthümlich nachgewieſen wurde. Die wiſſenſchaftlich gebildeteren unter den Alchemiſten ſuchten zwar noch die Aenderung des Zeitgeiſtes aufzuhalten. Der Marburgiſche Profeſſor Friedrich Joſeph Wilhelm Schröder (geboren in Weſtphalen 1733, geſtorben 1788) bemühte ſich in ſeiner »Alchemiſtiſchen Bibliothek« (1772—1775), die Glaubwürdigkeit der hiſtoriſchen Beweiſe für Metallverwandlung gegen die wiederholten Angriffe zu ſchützen, und der berühmte Freiberger Chemiker Karl Friedrich Wenzel machte den Verſuch, die wiſſenſchaftliche Alchemie als höhere Chemie einerſeits vor Verwechſelung mit der gemeinen Goldmacherei zu bewahren, und andererſeits ſie den wiederholten Anfechtungen der eigentlichen Chemie als reiner Erfahrungswiſſenſchaft zu entziehen. In ſeiner »Einleitung in die höhere Chemie« (1773) theilte er die Grundlehren ſeiner Anſichten mit; alle Metalle ſind hiernach zuſammengeſetzt, und zwar laſſen ſich ihre Beſtandtheile abſcheiden, und wenn dieſe dann in veränderten Gewichtsverhältniſſen wieder zuſammengefügt werden, ſo entſteht ein von dem früheren verſchiedenes Metall. Beweiſe theilte er nicht mit, aber ſpäter, 1783 in ſeiner »Lehre über die Verwandtſchaft der Körper«, gab er einzelne Thatſachen an, welche die Metallverwandlung erweiſen ſollten. So verwandelt ſich nach ihm Arſenik, über welchen man zu wiederholten Malen Salmiakgeiſt abzieht, und den man dann mit Blei ſchmilzt, in reines Silber (was im Blei ſteckte); von ähnlicher Art waren die anderen empiriſchen Beweiſe.

Alle dieſe angeblichen Thatſachen dienten zu nichts, als die Möglichkeit der Metallverwandlung immer mehr zu verdächtigen. Beſonders nachdrücklich trat um dieſe Zeit (1777 und 1793) der bekannte Chemiker Wiegleb gegen die Alchemie auf, und ſuchte in ſeiner »hiſtoriſch-kritiſchen Unterſuchung der Alchemie« ihre gänzliche Unhaltbarkeit zu beweiſen. Die Anhänger der hermetiſchen Kunſt warfen ihm vor, er habe mehr als Kläger denn als Richter geſchrieben, und die beſten hiſtoriſchen Beweiſe für die Alchemie ausgelaſſen. Das Buch gefiel indeß ſchon deßwegen, weil es kräftig die Anſichten einer immer mächtiger werdenden Partei ausſprach.

Price.

Zu dieſer Zeit machte in England die Alchemie ihren letzten Anlauf, ſich Anerkennung zu verſchaffen; ein Mitglied der royal society zu London, Dr. James Price, Arzt zu Guilford, trat 1782 als Adept auf. Er hatte ein rothes und ein weißes Pulver, welche Queckſilber in

Digitized by Google

Letzte Vertheidigung der Alchemie. Price.

Gold oder Silber verwandeln ſollten. Zehnmal machte er die Transmutation vor vielen Zeugen (ihre Anzahl belief ſich auf drei bis zwanzig) und mit beſtem Erfolg; 1 Gran der rothen oder weißen Tinctur verwandelte 30 bis 60 Gran Queckſilber in Gold oder Silber; das erhaltene Metall wurde jedesmal vollkommen kunſtgerecht geprüft. Die Sache machte viel Aufſehen, unter den Anweſenden hatten ſich mehrere hochſtehende Perſonen befunden, und König Georg III. wollte ſelbſt eine Probe des verfertigten Silbers in Augenſchein nehmen. Auch der königlichen Societät zu London wurden Probeſtücke der erzeugten Metalle vorgelegt; ſie übertrug die Unterſuchung dem berühmten Kirwan. Man verlangte von Price, in Gegenwart von Mitgliedern der Societät ſeine Verſuche zu wiederholen, oder aber die Bereitung der Tincturen anzugeben; er lehnte beides ab, erſteres unter dem Vorwande, ſein ganzer Vorrath an Tinctur ſei erſchöpft, und zu einer nochmaligen Ausarbeitung könne er ſich nicht verſtehen. Ehrenrührige Gerüchte kamen nun gegen Price in Umlauf, und um ſich nicht ſelbſt als Taſchenſpieler zu bekennen, verſprach er, die Ausarbeitung zu wiederholen. Er fing 1783 wieder in Guilford an zu arbeiten, aber ohne Erfolg. Seine dortigen Freunde fühlten ſich compromitirt, und zogen ſich von ihm zurück; ſein guter Ruf war beinahe vernichtet. Anfangs Auguſt 1783 machte er ſeinem Leben durch Vergiftung mit Kirſchlorbeerwaſſer ein Ende.

Bekämpfung der Alchemie durch die antiphlogiſtiſche Chemie.

Dieſer letzte Vorfall brach der Alchemie in der öffentlichen Meinung den Stab. Das große Publicum glaubte nicht mehr daran, und damit war der Alchemie ihre beſte Stütze genommen. Die Chemiker aber ſprachen ſich immer beſtimmter gegen die theoretiſche Möglichkeit der Metallverwandlung aus.

So lange man noch die Metalle als zuſammengeſetzte Körper betrachtete, gleichviel wie, konnte man die Möglichkeit einer Transmutation nicht ganz von der Hand weiſen. So glaubte noch 1784 der bis dahin der phlogiſtiſchen Theorie treu gebliebene Guyton de Morveau an die Umwandlung des Silbers in Gold (Seite 167), und ſelbſt Bergman war der Anſicht, daß man keineswegs allen Erzählungen von Metallverwandlung unbedingt die hiſtoriſche Glaubwürdigkeit abſprechen könne. Aber als ſich, namentlich durch Lavoiſier's Einfluß auf die Chemie, der Begriff von chemiſch einfachen Körpern immer beſtimmter entwickelte und die Metalle als ſolche anerkannt wurden, ſah man es als entſchieden an, daß nach chemiſchen Principien kein Metall in das andere verwandelt werden könne.

Sind die Metalle chemiſch unzerlegbare, einfache Körper, ſo kann nicht eins derſelben durch chemiſchen Proceß, und das ſoll doch die Wirkung des Steins der Weiſen ſein, in das andere übergehen. So trug die antiphlogiſtiſche Theorie auch zum Sturze der Alchemie bei. Die Hermetiker wurden ſeltener; doch war ihre Zahl immer noch groß genug. Allein wer ſich noch mit Alchemie beſchäftigte, that dies, von dem letzten Jahrzehent des vorigen Jahrhunderts an, nicht mehr öffentlich.

Die hermetiſche Geſellſchaft.

Das letzte Zeugniß über die Theilnahme, welche die Alchemie vor noch nicht langer Zeit fand, legen die Ereigniſſe ab, welche mit der Thätigkeit der hermetiſchen Geſellſchaft in Verbindung ſtehen. Dieſer Geſellſchaft gedachten wir ſchon früher mehrfach (Seite 191 und 227); wir wollen hier etwas genauer auf ihre Beſprechung eingehen, da ſich in ihr der letzte Aufſchwung der alchemiſtiſchen Bemühungen kund thut, und zudem bisher über ſie nur Weniges aufgeklärt war [1]).

Durch einen Aufſatz in einer der damals geleſenſten deutſchen Zeitſchriften, dem Reichsanzeiger, erhielt 1796 zuerſt die Welt Kunde von dem Beſtehen einer hermetiſchen Geſellſchaft. Als Zweck derſelben wurde angegeben, daß man zur Entſcheidung über den Grund oder Ungrund der Alchemie hinarbeiten wolle; die Liebhaber der Alchemie wurden eingeladen, mit der hermetiſchen Geſellſchaft, durch Vermittelung der Redaction des Reichsanzeigers, in Verbindung zu treten und offen mitzutheilen, nach welchen Verfahrungsweiſen ſie bisher gearbeitet hätten und zu welchen Reſultaten ſie gelangt ſeien; guter Belehrung könnten ſie verſichert ſein.

Dieſer Aufruf verfehlte ſeinen Zweck nicht. Aus ganz Deutſchland liefen bald Briefe an die hermetiſche Geſellſchaft ein, und aus dieſer Correſpondenz ſieht man recht deutlich, wie die Alchemie damals noch in allen Klaſſen der Geſellſchaft zahlreiche Anhänger hatte. Da liefen Briefe ein von penſionirten Officieren, — die ſogleich beſiegelte Ehrenwortsſcheine mitſchickten, daß ſie das Geheimniß des Steins der Weiſen, welches ſie umgehend mitgetheilt zu erhalten hofften, nicht wegſagen wollten, — und von Schneidern und Schuſtern; von Leibärzten deutſcher Fürſten und von armen Dorfſchulmeiſtern, von Apothekergehülfen, Geheime-Kriegsräthen, Uhrmachern,

---

[1]) Die Papiere der hermetiſchen Geſellſchaft, ihre ganze Correſpondenz, befinden ſich im Beſitz der Univerſitätsbibliothek zu Gießen. Aus ihnen iſt entnommen, was ich oben mittheile.

Regiſtratoren, Schloſſern und Organiſten; von Leuten jeglichen Standes. Die hermetiſche Geſellſchaft.
Alle ſchrieben mehr oder weniger offen, mit was ſie bisher gearbeitet hatten, und was ihr Reſultat war; Alle hatten Nichts herausgebracht, und baten flehentlich um ſichere Anleitung, wie man das große Elixir bereite; Alle glaubten feſt, eine große hermetiſche Geſellſchaft, ein Verein grundgelehrter Alchemiſten exiſtire wirklich, und von ihm werde ihnen ſichere Unterweiſung zukommen.

Die hermetiſche Geſellſchaft, an welche ſie ſich wandten, zählte indeß nur zwei wirkliche Mitglieder. Es waren dies zwei weſtphäliſche Aerzte, Dr. Kortüm in Bochum, welcher ſich ſchon früher als Anhänger der Alchemie und namentlich als Widerſacher Wiegleb's hervorgethan, auch eine „Vertheidigung der Alchemie gegen die Einwürfe einiger neueren Scheidekünſtler, beſonders gegen Wiegleb“ (1789) und „Noch ein Paar Worte über Alchemie und Wiegleb“ (1791) geſchrieben hatte (längere Beachtung hat unter ſeinen literariſchen Erzeugniſſen die „Jobſiade“ gefunden, an deren Held uns, dem Namen wenigſtens nach, einer der unten angezeigten alchemiſtiſchen Tractate noch ganz beſonders erinnert), und Dr. Bährens zu Schwerte bei Dortmund. Beide waren von der Wahrhaftigkeit der Alchemie überzeugt, glaubten aber, die Auffindung des Steins der Weiſen könne nur durch gemeinſames Zuſammenwirken Vieler erlangt werden. Für die wahre Materia prima hielten ſie das Erdpech oder den Theer aus Steinkohlen (vergl. Seite 227), und munterten zu der Bearbeitung dieſes Stoffs auf, ohne jedoch geradezu abzurathen, wenn ein Anderer in eine andere Subſtanz große Hoffnungen ſetzte. Sie ſchrieben, als hermetiſche Geſellſchaft, die Antworten auf die zahlreich eingehenden Schreiben, und wehrten namentlich dem ungeſtümen Eifer, mit welchem mehrere Liebhaber der Alchemie auf offene Mittheilung des Geheimniſſes drangen. „Palliatiſch beantwortet“, heißt die Randbemerkung auf den meiſten Briefen, die an ſie eingelaufen waren. Mit vielem Geſchick wußten ſie auch Jahre lang ihren Correſpondenten gegenüber den Schein zu wahren, als ob die Antworten nicht von Individuen, ſondern von einer großen Geſellſchaft gemeinſam abgefaßt wären. Am lebhafteſten ging die Correſpondenz in den Jahren 1796 bis 1803; auch ein „hermetiſches Journal“ begannen ſie herauszugeben, welches ſich den früheren alchemiſtiſchen Schriften würdig anſchließt. Ein Tractat „von der philoſophiſchen Auflöſung“, eine Abhandlung „über die chemiſch-myſtiſche Theoſophie“, eine „Beſchreibung des Univerſalproceſſes

Die hermetiſche Geſellſchaft. nach Touſſetaint«, ein Aufſatz »von dem philoſophiſchen Spießglashöhle«, ein alchemiſtiſcher Zuſpruch: »Joſua Jobs an die Wanderer im Thale Joſaphat« und ein »Syſtem der Hermetik« füllen das erſte (1802 erſchienene) Heft dieſer für das 19. Jahrhundert einzigen Zeitſchrift. Dieſe Abhandlungen machten auf die Alchemiſten immer noch den gewünſchten Eindruck, und einzelne Anſichten ermangeln allerdings einer gewiſſen Tiefe nicht, wie z. B. folgende Stellen aus dem »Syſtem der Hermetik«: »Die Erde iſt eine lockere, ſchwere, zerreibliche, grobe Subſtanz, kalt und melancholiſch, dem Saturn geeignet, — das Licht iſt ein Ausfluß des feurigen Naturgeiſtes, — das Feuer iſt das reinſte Element, fix, hitzig, trocken, ruhig, verzehrend, majeſtätiſch und der Thron der Gottheit« und viele ähnliche. Dabei mangelten nicht Citationen aus den ausgezeichnetſten der damaligen neueren Schriftſteller, und zur Erklärung deſſen, was philoſophiſche Auflöſung ſei und worauf ſie beruhe, ſtützte man ſich namentlich auf Kant's metaphyſiſche Anfangsgründe der Naturwiſſenſchaft. — Auch Diplome theilte die hermetiſche Geſellſchaft aus, allein es wurden nur Ehrenmitglieder ernannt [1]). Auf dieſe Art wurde der Glaube an die Exiſtenz eines großen Vereins beſtärkt. Bald bildeten ſich kleinere Vereine, z. B. in Königsberg und namentlich in Karlsruhe, wo ein Baron Sternhayn ſich hauptſächlich durch ſeinen Eifer für die hermetiſche Geſellſchaft auszeichnete. Der Karlsruher Verein theilte ſich in zwei Klaſſen; für die untere wurden hermetiſche Vorträge gehalten, wobei Eckartshauſen's ſogleich zu beſprechende Schrift als Compendium zu Grunde gelegt wurde, die obere lag praktiſch der Hermetik ob. Auch Sternhayn glaubte Mitglied eines großen

[1]) Ein ſolches Diplom lautete: Societas Philosophiae Hermeticae, abstrusioribus naturae arcanis operam navans, eligit, declarat, recipit dominum N. N. ob singulare de re chemica bene merendi studium in numerum sociorum honorarium, quorum est animo constanti, philosophiae studio flagranti, corde puro, moribusque integris veritati studere, auctores optimae notae consulere, philosophorum mysteria eruere, ambiguitates homonymas relinquere, consortium pseudophilosophorum syrtesque Alchemistarum vitare, et id, quod inde boni et certi resultet, in honorem Divini Numinis, in usum patriae et in solamen inopia laborantium referre. Dabamus d. — — 179 — — Societas Hermetica. Das Siegel der Geſellſchaft hatte die Umſchrift Studio et sapientia, die Unterſchrift Soc. Herm.; auf ihm war neben vielen myſtiſchen Zeichen eine aufgehende Sonne. Dem Diplom beigefügt war in einem Umſchlag mit chineſiſchen Charakteren eine kleine Wünſchelruthe.

Bundes zu ſein, und verſicherte, nachdem ihm das Diplom als Ehrenmitglied zugefertigt worden war, er fühle ſich durch den Beſitz dieſes Papiers mehr geehrt, als durch das Pergament ſeines Adelsbriefes. Uebrigens ſtanden ſelbſt einzelne Chemiker vom Fach, deren bekannte Namen hier zu finden man ſich nicht genug wundern kann, mit der hermetiſchen Geſellſchaft in Verbindung. — Lebhaft währte das Treiben des Vereins fort von 1796 bis etwa 1804, ungeachtet einzelner Angriffe, wie z. B. von Wiegleb 1797 und von Benzenberg 1803; der Reichsanzeiger blieb neben dem hermetiſchen Journal das Organ der Geſellſchaft, und in dem Jahrgange für 1798 ſteht eine ganze Reihe alchemiſtiſcher Aufſätze. Von jener Zeit an wird die Correſpondenz magerer; Sternhayn in Karlsruhe zeigte ſich indeß ſtets noch vorzüglich thätig und fand auch Anhänger; noch 1808 bis 1811 wurde in Karlsruhe unter mächtigem Schutz eifrig Alchemie getrieben. Immer mehr wandten ſich indeß die Alchemiſten von der hermetiſchen Geſellſchaft wieder ab, da ihnen keine Förderung ihres Vorhabens zu Theil wurde; bis 1819 läßt ſich indeß die Thätigkeit des Vereins noch verfolgen; nach dieſer Zeit hörte ſie auf. Die hermetiſche Geſellſchaft.

Im Allgemeinen kann man die Anhänger der hermetiſchen Geſellſchaft nur unter die Materialiſten klaſſificiren; die Mittel, durch welche ſie die Metallverwandlung auszuführen ſtrebten, ſollten materiell chemiſch wirken. Aber auch Proben myſtiſcher Chemie hat das 19. Jahrhundert noch aufzuweiſen, ſehr vereinzelte zwar nur, denn der myſtiſche Glaube über Metallerzeugung verliert ſich faſt ganz ſchon gegen das Ende des 18. Jahrhunderts (vergl. Seite 239). Doch muß hier des letzten Probeſtücks dieſer Anſichten noch erwähnt werden, ſo wenig Einfluß es im Ganzen auch ausgeübt hat. — Während die früheren Myſtiker unter den Alchemiſten die Sünden im Allgemeinen nur als faeces und Unreinigkeiten bezeichneten, die bei der himmliſchen Sublimation zurückbleiben (vergl. Seite 236), unterſuchte Eckartshauſen ihre chemiſche Natur genauer in ſeinem Werke: „Die Wolke über dem Heiligthum, oder Etwas, wovon ſich die ſtolze Philoſophie unſers Jahrhunderts nichts träumen läßt“ (1802), und aus ſeinen Forſchungen geht hervor, daß alle Sünden nur Varietäten, polymere und iſomere Modificationen, des Gluten ſind. „In unſerm Blute,“ ſagt er, „liegt eine zähe Materie, Gluten genannt, verborgen, die mit der Animalität nähere Verwandtſchaft als mit dem Geiſte hat; dieſes Gluten iſt der Sündenſtoff, die Materie der Sünde. Dieſe Materie kann durch ſinnliche Reize verſchieden modificirt werden, und nach der Art der Modification die- Alchemiſtiſcher Myſticismus in dem 19. Jahrhundert.

ſes Sündenſtoffs unterſcheiden ſich im Menſchen die böſen Neigungen zur Sünde. In ihrem höchſten Ausdehnungszuſtande bewirkt dieſe Materie Hochmuth, Stolz; in ihrem höchſten Attractionszuſtande Geiz, Selbſtliebe, Egoismus; in ihrem Repulſionszuſtande Wuth, Zorn; in der Cirkelbewegung Leichtfertigkeit, Geilheit; in ihrer Excentricität Fraß, Völlerei; in ihrer Concentricität Neid; in ihrer Eſſentialität Trägheit.«

Mit dieſer Leiſtung tritt der Myſticismus in der Alchemie ab.

Jetziger Stand der Alchemie.

Mit der hermetiſchen Geſellſchaft hört die genauere Kenntniß über die Fortdauer der Alchemie auf; die Zahl der Alchemiſten muß ſich ſehr verringert haben, oder ihre Arbeiten müſſen ſehr geheim getrieben werden. Die Literatur der Alchemie hat in dem 19. Jahrhundert außer dem eben Erwähnten nichts aufzuweiſen, als einige hiſtoriſche Arbeiten, unter welchen die Geſchichte der Alchemie (1832) von Profeſſor Karl Chriſtoph Schmieder in Kaſſel eine beſonders vollſtändige Ueberſicht der Literatur giebt. Wenige indeß werden der Anſicht dieſes Gelehrten beipflichten, daß die Möglichkeit der Metallverwandlung und die Exiſtenz des Steins der Weiſen hiſtoriſch vollkommen erwieſen ſeien.

In dem 19. Jahrhundert kommt noch ein Umſtand hinzu, welcher die Chemiker mehr als je die Möglichkeit der Metallverwandlung bezweifeln läßt Es iſt dies die atomiſtiſche Theorie, welcher die Chemiker ſeit 1808 faſt alle beitraten. Mit der Annahme chemiſch unzerlegbarer Atome aber erſcheint jeder Gedanke an die Möglichkeit, die Atome eines Elements durch chemiſche Mittel in die eines andern umzuwandeln, unvereinbar.

Wenige Stimmen nur haben ſich in unſerem Jahrhundert dahin ausgeſprochen, daß doch nicht alle hiſtoriſchen Beweiſe, welche die Geſchichte der Alchemie für die Metallverwandlung anführt, widerlegt ſeien. Wenige auch nur ohne Zweifel beſchäftigen ſich praktiſch mit der Darſtellung des Steins der Weiſen. Es giebt indeß noch Alchemiſten. In Thüringen und Hannover opfern noch einzelne Familien der Goldmacherkunſt ihre Kräfte und ihr Vermögen; noch 1837 wurde dem Gewerbeverein zu Weimar eine (bereits goldhaltige) Tinctur von einem thüringer Alchemiſten zugeſtellt, damit ſich die Mitglieder ſelbſt von der, wenn auch nur ſchwach, veredlenden Kraft derſelben überzeugen könnten. Wiſſenſchaftlich wird die Alchemie zu Paris betrieben, und Diejenigen, welche den spiritus mundi als das Mittel zur Metallveredlung ſuchten (vgl. Seite 230), behalten vielleicht doch noch Recht. Es äußert ſich Baudrimont in ſeinem Traité de Chimie, T. I. (1844): Il

résulte de l'étude des philosophes alchimiques, qu'un des éléments principaux de la poudre de projection existe dans l'air. Selon M. Javary, cet élément serait l'oxygène. L'oxygène, employé convenablement, serait donc l'agent qui pourrait un jour nous reproduire les prodiges de l'alchimie. M. Javary a déja obtenu des résultats si curieux et si dignes d'interêt, en suivant les indications des alchimistes, que j'ai quelque espoir de voir réussir l'opération du grand oeuvre. Auch ſonſt findet man noch hin und wieder Alchemiſten, aber meiſt wird es erſt nach ihrem Tode bekannt, daß ſie der hermetiſchen Kunſt huldigten. Für Europa hat die Alchemie keine Bedeutung mehr. Jetziger Stand der Alchemie.

Ob für andere Länder, iſt eben ſo unwahrſcheinlich. Bei den Arabern allein finden ſich in den neueren Zeiten noch einige Spuren. Carſten Niebuhr traf auf ſeiner Reiſe (1761 — 1767) mehrere Alchemiſten; ihre Bemühungen waren aber eben ſo fruchtlos, wie die ihrer Kunſtgenoſſen in Europa, und bittre Armuth war auch das Loos dieſer Nachkömmlinge von Geber's Stamme. — Aus Baſſora wird noch vom Jahre 1814 eine Transmutationsgeſchichte berichtet; ihrer wird indeß nur gelegentlich von einem engliſchen Reiſenden, Kinneir, erwähnt, und ſie mag ſomit hier nicht weiter beachtet werden.

So ſehen wir die Alchemie allmälig vom Schauplatz verſchwinden; daß ſie je eine reelle Baſis hatte, iſt in keiner Weiſe anzunehmen, wenigſtens verträgt ſich dieſe Annahme mit Allem, was wir jetzt in der Chemie für wahr zu halten Urſache haben, abſolut nicht. Für irrig müſſen wir von unſerm jetzigen Standpunkte aus die Anſicht halten, daß den hiſtoriſchen Beweiſen für die Metallverwandlungen ſpäter noch Glaubwürdigkeit zuerkannt werden wird, ähnlich wie jetzt ſo viele frühere Meteorſteinfälle als unzweifelhaft anerkannt werden, obgleich der Glaube daran vor funfzig Jahren Aberglaube war, und alle derartigen Erfahrungen auf Täuſchungen beruhen ſollten, weil es ſich nicht mit damals ausgemachten Naturgeſetzen vertrug, daß ein Stein vom Himmel fallen kann. Es iſt nach unſerem jetzigen wiſſenſchaftlichen Standpunkte nicht anzunehmen, daß die Wahrhaftigkeit der Alchemie je dargethan werde, aber ich muß auch geſtehen, daß es mir bei einigen Transmutationsgeſchichten eben ſo unbegreiflich bleibt, wie ſich Männer von notoriſch rechtlichem Charakter, welche keinen Gewinn von einer Betrügerei haben konnten, und auch die, zudem ſo leichten, Mittel zur Prüfung beſaßen und anwenden konnten, betrogen haben oder

Digitized by Google

täuſchen laſſen ſollten — als mir die Metallverwandlung ſelbſt unbegreiflich iſt.

Wir haben jetzt die Alchemie nach allen ihren Einzelnheiten kennen gelernt. Ueberblicken wir das Ganze noch einmal, und beurtheilen Jedes ſo gut wir es jetzt können, ſo finden wir als Reſultat die in der Geſchichte aller Wiſſenſchaften nicht ſelten vorkommende Erſcheinung, daß eine verhältnißmäßig unbedeutende richtige Wahrnehmung die Grundlage bedeutender, weit um ſich greifender Irrthümer wird. Man nahm wahr, daß ein gewiſſer Stoff in geringer Menge einem Metall eine andere Farbe mittheilen kann. Aus dieſer Verwandlung der Farbe wird die Möglichkeit einer Metallverwandlung nach allen Eigenſchaften gefolgert und als Thatſache ausgeſprochen; das wörtliche Auffaſſen bildlicher Redensarten fügt den Glauben an die Univerſalmedicin hinzu; in derſelben Art, und durch den Umſtand begünſtigt, daß früher die Zeit nach Gebeten beſtimmt wurde, verbindet ſich mit der Alchemie religiöſer Myſticismus, und ſo tritt eine falſche Richtung nach der andern faſt unvermerkt ein. Jeder dieſer Auswüchſe entwickelt ſich ſchnell, bald ſteht er ſcheinbar ganz ſelbſtſtändig da, und nur aufmerkſame Rückverfolgung lehrt die dürftige Quelle kennen, welcher ſo breite Ströme von Verirrungen entfloſſen ſind.

Geſchichte der Affinitätslehre und verwandter Gegenſtände.

Digitized by Google

Einleitung.

Unter den theoretiſchen Lehren der Chemie, deren Geſchichte wir genauer zu erörtern haben, nimmt die Affinitätslehre die erſte Stelle ein. Die Affinitätslehre faßt jetzt faſt Alles in ſich, was durch zahlreiche einzelne Beobachtungen an allgemeinen Reſultaten für die Chemie gewonnen worden iſt, und die chemiſche Kenntniß jedes einzelnen Körpers iſt nur das Wiſſen, in welcher Weiſe er den allgemeinen Geſetzen der Affinitätslehre folgt. Wie dieſe Lehre ſich entwickelte, wollen wir hier betrachten, und die Geſchichte einiger anderer theoretiſcher Gegenſtände, die mit der erſteren im engſten Zuſammenhange ſtehen, zugleich mit in den Kreis der Darſtellung ziehen. Aus was entſtehen die chemiſchen Verbindungen, oder in welche letzten Beſtandtheile laſſen ſie ſich zerlegen? durch welche Kraft, nach welchen Geſetzen und mit welchem Erfolg gehen chemiſche Umbildungen und Zerſetzungen vor ſich? — Das ſind die Fragen, welche zu beantworten viele Verſuche gemacht wurden, über die wir hier zu berichten haben. Um den Gegenſtand vollſtändiger überblicken zu können, haben wir alſo zuerſt die Anſichten der verſchiedenen Zeiten in Betreff der letzten Beſtandtheile der chemiſchen Verbindungen, der Elemente, zu betrachten; ſodann die Auffaſſung und Benennung des Begriffs der Affinität, die Erkenntniß der verſchiedenen Stärke der chemiſchen Verwandtſchaft und ihrer verſchiedenen Art zu wirken, die theoretiſchen Vorſtellungen, welche man ſich über die Urſache der Verwandtſchaft machte, kennen zu lernen. An die Darſtellung, wie der Begriff der chemiſchen Verbindung als einer Folge der Affinität erkannt wird, lehnt ſich dann die Unterſuchung an, wie die Wirkungen der Affinität überhaupt, namentlich aber das Zuſammentreten von Beſtandtheilen nach beſtimmten Ver- Einleitung.

Einleitung. hältniſſen, ſtudirt werden, wie die Stöchiometrie zu einem der wichtigſten Theile unſerer Wiſſenſchaft herangebildet wird; wir haben Einiges darüber anzugeben, wie der Gegenſatz zwiſchen Löſungen und eigentlichen chemiſchen Verbindungen erkannt wurde. Weiter haben wir durchzugehen, wie der Zuſammenhang zwiſchen der chemiſchen Zuſammenſetzung und den phyſikaliſchen Eigenſchaften bei Verbindungen erforſcht wurde; endlich wie ſich die Nomenclatur der chemiſch wichtigeren Subſtanzen, wie ſich ihre Bezeichnung durch beſondere Charaktere im Laufe der Zeiten verändert und ausgebildet hat. — Die Betrachtung der verſchiedenen Anſichten über die chemiſchen Grundſtoffe ſoll uns zuerſt beſchäftigen.

Anſichten über die Elemente.

Als eine der Fragen, an deren Beantwortung ſich der Forſchungsgeiſt der Menſchen am früheſten übte, finden wir die: Wie und aus was iſt die Welt entſtanden? In Bezug auf das letztere, in Bezug auf die letzten Beſtandtheile aller uns wahrnehmbaren Materie eine Vorſtellung zu gewinnen, wurde lange Zeit die Speculation einzig und allein als Hülfsmittel angewandt; ſpät erſt arbeitete auch die empiriſche Naturforſchung in dieſer Richtung, und ſuchte auch von ihrem Standpunkte aus in jener Beziehung zu Reſultaten zu gelangen; zu der philoſophiſchen Auffaſſung der Elemente trat die empiriſche, die chemiſche Aufſuchung derſelben. Wie ſich in letzterer Beziehung, für die Chemie, die Anſichten über die Elemente geſtalteten, wollen wir hier betrachten; nothwendig iſt es aber, Einiges über die früheren philoſophiſchen Meinungen vorauszuſchicken, da ſich die chemiſchen Anſichten an ſie anlehnten, oder in ihrer Verbreitung vielfach den Einfluß dieſer früher geäußerten Meinungen erfuhren.

Was die letzten Beſtandtheile der Körper ſeien, darüber finden wir ziemlich ähnliche Anſichten ſeit den älteſten Völkern, deren Meinungen darüber uns die geſchichtlichen Denkmäler aufbewahrt haben, bis in dem erſten Jahrtauſend unſerer Zeitrechnung aufgeſtellt und angenommen. Bei den älteſten Völkern finden wir bald die Anſicht, daß Ein Urſtoff exiſtire, bald die, daß aus mehreren Elementen alle Körper zuſammengeſetzt ſeien. So galt den Perſern das Feuer als der einzige Urſtoff, den Aegyptern das Waſſer. Auch bei den Indiern iſt dieſe letztere Anſicht ausgeſprochen, aber in anderen ihrer früheſten Schriften werden fünf Elemente genannt, als durch Vereinigung alle Materie bildend: das Feuer, der Aether, das Waſſer, die Luft und die Erde. Nach dieſen bildet die Vereinigung der genannten Elemente auch die

Aelteſte Anſichten über die Elemente.

Aelteſte Anſichten über die Elemente. organiſchen Subſtanzen, und Sterben iſt die Beginnung des Zurückgehens des menſchlichen Körpers in ſeine Elemente. Unter den hier genannten Begriffen ſchwankte die Wahl der Denker auch anderer Völker, die bald Einen von ihnen als den einzigen Urſtoff, bald mehrere als die Elemente der wahrnehmbaren Materie betrachteten.

Das Volk, deſſen Anſichten über dieſen Gegenſtand uns am beſten bekannt ſind und für die folgenden Zeiten den größten Einfluß ausübten, ſind die Griechen. Bei ihnen ſcheint in den älteſten Zeiten das Waſſer als erſter Grundſtoff betrachtet worden zu ſein, zuerſt mehr in mythiſcher Auf-

Thales' Anſichten. faſſung, bis Thales (um 600 vor Chr.) es beſtimmt ausſprach, und die Richtigkeit ſeines Ausſpruchs aus der Nothwendigkeit des Waſſers für die Entwicklung aller Weſen darzuthun ſuchte. Er fand in der Feuchtigkeit die Hauptbedingung des Entſtehens organiſcher (vegetabiliſcher wie thieriſcher) Weſen, und glaubte hiernach annehmen zu können, auch für die Entwicklung des Weltalls ſei die Gegenwart von Waſſer erſte Bedingung geweſen, das Waſſer alſo Grundprincip aller Dinge. Andere Philoſophen waren

Anaximenes' Anſichten. anderer Anſicht. Anaximenes von Milet ſetzte an die Stelle des Waſſers die Luft, und leitete die Entſtehung aller Körper aus einer Verdünnung oder Verdickung derſelben ab, indem im erſteren Falle Feuer, im zweiten dagegen Waſſer entſtehe. Wird auch bei ihm die Luft als erſtes Princip angeſehen, ſo ſind doch noch für ihn auch Feuer und Waſſer in den Eigenſchaften unter ſich und von der Luft verſchiedene Elemente; es ſind Modificationen des Urelements. Die Anſicht des Anaximenes hat für uns Bedeutung, weil ſich in ihr zuerſt der Begriff von einer Verwandlung der Elemente findet, wenn auch zunächſt nur darin, daß er für daſſelbe Urelement verſchiedene Zuſtände annahm. Später, wo Waſſer, Feuer und Luft als von einander unabhängige Elemente betrachtet wurden, wo man nicht mehr das eine als früher entſtanden und die anderen als erſt ſpäter ſich daraus entwickelt habende anſah, blieb doch die Vorſtellung von der Möglichkeit einer Verwandlung der Elemente in einander. Und als man an die Stelle der rein durch Speculation gefolgerten Urſtoffe andere, von der Erfahrung weniger oder mehr angezeigte, ſetzte, glaubte man ebenfalls noch an die Möglichkeit der Verwandlung derſelben in einander, welche Anſicht ſich in der Chemie zu verſchiedenen Zeiten geltend zu machen ſuchte.

Heraclit's Anſichten. Aehnlich wie Anaximenes die Luft, nahm Heraclit von Epheſus (um 500 vor Chr.) das Feuer als das Urprincip aller Dinge an, welches ſich

in Waſſer und Erde verwandeln könne. So finden wir bei den erwähnten griechiſchen Philoſophen alle die Begriffe erwähnt, welche ſpäter in der Lehre von den vier Elementen zuſammengefaßt wurden, aber in verſchiedener Auffaſſung, inſofern Jeder eins dieſer vier Elemente als das anfängliche und die anderen als Modificationen deſſelben betrachtete. — Wir ſehen in der Geſchichte der griechiſchen Philoſophie noch andere Denker, deren Anſichten von den eben beſprochenen abweichen, und ſich den chemiſchen mehr nähern, inſofern in Bezug auf dieſen Gegenſtand eine Vergleichung zwiſchen der Art zu ſchließen jener Zeit und der ſpäteren, wo die Chemie wiſſenſchaftlich betrieben wurde, ſtatthaft iſt. So ſah Anaximander von Milet (um 610 vor Chr.), über deſſen Lehren wir jedoch nur zweifelhafte Nachrichten haben, die verſchiedenen Stoffe nicht als durch Verdünnung oder Verdichtung Eines Urprincips entſtanden an, wenn er gleich ein nicht näher beſtimmtes Urweſen zugab, ſondern durch Ausſcheidung, indem ſich aus dem Urſtoff gewiſſe Theile ausſcheiden, wo ſich dann das Verwandte zu einander wende; und Anaxagoras von Clazomene (um 450 vor Chr.) nahm noch mehr in Uebereinſtimmung mit neueren Anſichten an, daß vor der Entſtehung der Erde in ihrem jetzigen Zuſtande ein Chaos exiſtirt habe, in welchem bereits alle Stoffe, aber nicht vereinigt, enthalten geweſen wären. In jedem Stoff nahm er gleichartige Theilchen (ὁμοιομέρειαι) an, die für die verſchiedenen Stoffe verſchieden ſeien, in dem Chaos zertheilt vorhanden geweſen wären, und ſich bei Ordnung der Dinge zu größeren gleichartigen Maſſen vereinigt hätten.

Aelteſte Anſichten über die Elemente.

Anaximander's Anſichten.

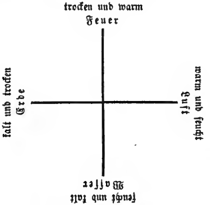
Anaxagoras' Anſichten.

Diejenige Lehre über die Elemente indeß, welche alle anderen verdrängte, und lange Zeit hindurch die allein angenommene blieb, war die des Ariſtoteles, über welche wir bereits im I. Theile (Seite 29 f.) geſprochen haben, als von einem der paſſendſten Beiſpiele für die Methode der griechiſchen Philoſophen bei Behandlung naturwiſſenſchaftlicher Probleme. Ariſtoteles' Annahme von vier Elementen mit beſonders ausgezeichneten Eigenſchaften (Feuer trocken und warm, Luft warm und feucht, Waſſer feucht und kalt, Erde kalt und trocken) verbreitete ſich ſchnell, und wir begegnen ihr ſpäter bei allen Völkern, wo ſich wiſſenſchaftliche Unterſuchungen vorfinden, als der allein angenommenen. Bei den Griechen wurde dieſe Lehre die herrſchende; bei den Römern ſehen wir ſie gleichfalls als wahr anerkannt, wie ſich aus Plinius ergiebt; zu den Arabern drang ſie ſchon im ſechsten Jahrhundert, wo des Ariſtoteles Schriften in das Arabiſche überſetzt wurden. Auch bei den ſpäteren Griechen erhielt ſie ſich in ihrer Autorität;

Ariſtoteles' Anſichten.

Aelteſte Anſichten über die Elemente. Anſichten der Scholaſtiker.

Michael Pſellus (um 1050), unter den Byzantinern der damaligen Zeit einer der bekannteſten Gelehrten, bekannte ſich zu ihr. In der ſcholaſtiſchen Philoſophie der Abendländer erhielt ſie ſich im größten Anſehen bis in das 16. Jahrhundert. Wie hier die Lehre von den Elementen ſich entwickelte, iſt für die Geſchichte der Chemie merkwürdig, weil gerade zu jener Zeit man auch in anderer, chemiſcher, Beziehung auf denſelben Gegenſtand zu ſchließen begonnen hatte. Bei den Scholaſtikern galt als Definition der Elemente: einfache Stoffe, in welche ſich andere zerlegen laſſen; als allgemeine Eigenſchaften der Elemente: Unzerlegbarkeit und Fähigkeit, ſich zu verwandeln. Die Fähigkeit, daß ſich ein Element in ein anderes verwandeln kann, beruht auf der Aehnlichkeit der Grundeigenſchaften je zweier Elemente, die unter folgendem Schema verſinnlicht wurde:



nach welchem jedes der Elemente zwei Eigenſchaften, und zwar die eine in höherem, die andere in geringerem Grade beſitzt, und mit jedem der beiden ihm benachbarten Eine Eigenſchaft gemein hat, und durch zunehmendes Vorwalten dieſer Eigenſchaft in dieſes übergehen kann. Die vier in dem obigen Schema angeführten Eigenſchaften hießen qualitates primae, welche als die qualitates secundas hervorbringend angeſehen wurden. Als letztere galten z. B. Dichtigkeit, Härte u. ſ. w., indem man die Dichtigkeit als Wirkung der Kälte betrachtete, welche die Theilchen der Körper einander nähert, die Lockerheit umgekehrt als Wirkung der Wärme; die Härte als Wirkung der Trockenheit, die Weichheit als die der Feuchtigkeit. Außerdem wurden die Elemente noch in leichte und ſchwere eingetheilt. Als leichte, die näm-

lich ein Beſtreben haben, ſich von unſerem Weltkörper weg zu bewegen, betrachtete man das Feuer und die Luft, und zwar unterſchied man erſteres als das abſolut leichte und die letztere als das relativ leichte Element. Waſſer und Erde hingegen galten als ſchwere Elemente, erſteres als relativ ſchweres, letztere als abſolut ſchweres.

Erſte Verſuche, die chemiſchen Elemente zu beſtimmen.

Während indeß noch die meiſten Gelehrten bis zum 16. Jahrhundert den Ariſtoteliſchen Anſichten beitraten, waren doch ſchon früher Verſuche gemacht worden, in anderer Weiſe auf die Elementarbeſtandtheile der Körper zu ſchließen. Als die erſte Aeußerung dieſer Art müſſen wir die im 8. Jahrhundert bereits aufgeſtellten Anſichten Geber's betrachten, wonach Schwefel und Queckſilber die Elemente, zunächſt der Metalle, ſein ſollen. Wir haben hier die erſte Annäherung dazu, beſtimmte Stoffe als Elemente im chemiſchen Sinne des Worts darzuthun; während die Elemente des Ariſtoteles mehr Zuſtände der Körper bezeichnen, nimmt Geber den Schwefel und das Queckſilber ſchon mehr als die wirklichen Elementarbeſtandtheile der Metalle an, und ſucht die Verſchiedenheit der letzteren auf ungleiche quantitative Miſchungsverhältniſſe und ungleiche Reinheit der Elemente zu beziehen. Inwiefern unter Schwefel und Queckſilber nicht die gemeinhin ſo genannten, für ſich darſtellbaren Subſtanzen verſtanden wurden, darauf habe ich bereits im I. Theile, Seite 45, aufmerkſam gemacht, und werde unter den Abſchnitten »Metalle«, »Schwefel« und »Queckſilber« darauf zurückkommen. Geber's Anſichten nahmen die ihm folgenden Alchemiſten an, mit kleinen Abänderungen einzelner, die als die Früchte der Bekanntſchaft mit der Ariſtoteliſchen Philoſophie und eines unwillkürlichen Anhängens an dieſelbe angeſehen werden müſſen. So führt Albertus Magnus im 13. Jahrhundert in den Metallen außer Schwefel und Arſenik noch Waſſer als Elementarbeſtandtheil an, deſſen Kälte die Starrheit dieſer Subſtanzen bedinge. »Non autem dubium est, metallica congelari frigido aquae; igitur humor erit omnium horum materia,« drückt er ſich in ſeinem Werke de rebus metallicis aus. — Den Geber'ſchen Anſichten ohne Zuthat traten Raymundus Lullus und Arnold Villanovanus in derſelben Zeit bei, und des Erſteren Autorität hauptſächlich hatte viel Einfluß darauf, daß noch lange Zeit ſich die Alchemiſten nicht von dieſen Meinungen losreißen konnten. Raymund Lull nennt die Beſtandtheile aller Stoffe ganz beſtimmt, aber doch manch-

Geber's Anſichten.

Albertus Magnus' Anſichten.

Raymund Lull's Anſichten.

Erſte Verſuche, die chemiſchen Elemente zu beſtimmen.

mal auch mit Erinnerung an die alte Lehre von den vier Elementen. So ſagt er in dem erſten Theile ſeines Teſtaments: Adhuc fili tibi manifestamus, quod omnis res mundi composita ex substantia quatuor elementorum substantialiter, non est nisi sulphur et argentum vivum. — Von

Baſilius Valentinus' Anſichten.

Baſilius Valentinus im 15. Jahrhundert wird neben Schwefel und Queckſilber noch Salz als Element betrachtet, und von ſeiner Zeit an wird auch allgemein angenommen, daß die genannten Stoffe nicht nur die letzten Beſtandtheile der Metalle, ſondern aller Körper ſeien. In ſeiner »Wiederholung des großen Steins der uralten Weiſen« ſagt er: »Ich habe Meldung gethan und angezeigt, daß alle Dinge aus dreien Weſen zuſammengeſetzt und gemacht ſind, als aus Mercurio, Sulphure und Sale, und das iſt wahr, was ich gelehrt habe.« Dieſe Verallgemeinerung wurde

Paracelſus' Anſichten.

beſonders im 16. Jahrhundert von Paracelſus ausgeſprochen und vertheidigt, welcher Schwefel, Arſenik und Salz in allen Subſtanzen der organiſchen wie unorganiſchen Natur annahm, und unter dieſen Begriffen theils die Art der mediciniſchen Wirkung der Körper, theils ihr phyſiſches Verhalten bei Einwirkung von Feuer bezeichnete, wie er denn unter dem Begriff Salz vorzugsweiſe die dadurch unzerſtörbaren Beſtandtheile, unter Queckſilber die ſich unzerſetzt verflüchtigenden, unter Schwefel die verbrennlichen verſtanden zu haben ſcheint. (Vgl. noch I. Theil, Seite 97.) In welcher Ausdehnung Paracelſus an das Vorhandenſein ſeiner angenommenen Urſtoffe glaubte, zeigen viele Stellen ſeiner Schriften; z. B. in ſeinem erſten Tractat von Mineralibus ſagt er: »Eiſen, ſtahel, bley, ſmaragd, ſaphir, kießling nichts anders ſeind, denn Schwefel, Salz und Mercurius«, und in ſeinem Manuale: »Soll aber zuvor melden, wie der Menſch aus Sulphure, Mercurio et Sale, gleich den Metallen ſeinen Urſprung nehme«; und viele andere Belege ließen ſich noch dafür anführen, daß er in allen Stoffen dieſelben Elemente, wenigſtens dem Namen nach, vorausſetzt, wenn er auch ſonſt wieder bemerkt, daß ein Element einige Verſchiedenheit zeigen könne, je nach dem Stoff, aus welchem es erlangt wurde.

Für die ganze Periode vom 8. bis zum 17. Jahrhundert können wir die eben beſprochenen Elemente als die bei den Chemikern angenommenen von denen, an welche die Philoſophen und Phyſiker glaubten, unterſcheiden, denn bei den letzteren bleiben ſtets noch die Ariſtoteliſchen Anſichten die beibehaltenen. Die Phyſiker bekümmerten ſich um die Frage nach den Elementen weniger; ſie nahmen die Körper als gegeben, und ſuchten für ſie die

Erſte Verſuche, die chemiſchen Elemente zu beſtimmen.

phyſikaliſchen Geſetze aufzufinden, ohne die Zuſammenſetzung zu berückſichtigen. Bei den Chemikern ſelbſt änderten ſich die Anſichten über die Elemente bald. Als die mediciniſche Chemie ſich mehr ausbildete, konnte die alte Lehre über Queckſilber, Schwefel und Salz als Urbeſtandtheile ſich nicht länger erhalten; die Chemiker, welche der mediciniſchen Richtung angehörten, ſehen wir ihre Forſchungen mehr auf die wirkſamen Beſtandtheile (als welche ſie Säure und Laugenſalz zu erkennen glaubten) richten, als auf die letzten Elemente; doch haben auch einige von ihnen in letzterer Beziehung uns ihre Anſichten mitgetheilt, und namentlich van Helmont, gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts, hat ſich darüber ſehr beſtimmt geäußert. Die Stoffe, welche noch Paracelſus als Elemente darzuthun geſucht hatte, erkannte er nicht als ſolche an, aber ebenſowenig pflichtete er der Lehre des Ariſtoteles unbedingt bei, auch aus dem Grunde, weil dieſer Philoſoph kein Chriſt war (Turpe sane Christianis, istum [Aristotelem] in Physicis patronum adhuc sequi, ſagt er in einer Abhandlung Physica Aristotelis et Galeni ignara). Von Ariſtoteles wich er hauptſächlich darin ab, daß er das Feuer geradezu für keine Subſtanz, ſondern nur für eine Qualität erklärte, wie verſchiedene Stellen ſeiner Schriften ausweiſen. Concludo, ſagt er, quod ignis non sit substantia, nec forma essentialis substantiarum; anderswo: vanum est, ignem confluere materialiter ad corporum misturam; und geradezu: nec ignis est elementum, nec materialiter corporibus commiscetur. Als Urſtoff glaubte er dagegen Waſſer betrachten zu können, da ſich dies in Erde verwandeln laſſe, und alſo Elementarbeſtandtheil in dieſer ſei, da es (vgl. Theil I. Seite 120) zur Ernährung der Pflanzen diene, und darin organiſche Stoffe und Alkalien bilde, alſo auch in dieſen Element ſei, und da es endlich auch einen Elementarbeſtandtheil der ölartigen Körper und des Weingeiſtes abgebe, woraus es durch Verbrennung abgeſchieden werden könne. Von der Liſte der Elemente, wie ſie Ariſtoteles aufgeſtellt hatte, ſtrich er alſo außer dem Feuer noch die Erde weg, die ſeiner Meinung nach nie als Element in organiſchen Körpern enthalten iſt, ſondern die ebenſo ein Erzeugniß des Waſſers iſt, wie andere Stoffe, und nach ihm ſich auch in Waſſer verwandeln läßt (das wie? iſt nicht angegeben). »Cur autem terram non inter primaria elementa, licet initio simul creatam, existimem, causa est, quod tandem convertibilis sit in aquam,« iſt ſein beſtimmter Ausſpruch über dieſen Gegenſtand. Hinſichtlich deſſen, ob die Luft als Element

van Helmont's Anſichten.

anzuſehen ſei, findet ſich ſeine Anſicht nirgends klar ausgeſprochen. Es ſcheint, daß er die Luft als einen Elementarbeſtandtheil anerkannt hat, inſofern er ihre gänzliche Unabhängigkeit vom Waſſer nachzuweiſen ſtrebte, und namentlich darin von den Anhängern des Ariſtoteles abwich, daß er ausdrücklich erklärte, eine Verwandlung von Waſſer in Luft und umgekehrt könne nie ſtattfinden; Waſſerdämpfe ſeien keine Luft, und Luft werde nie durch Verdicken zu Waſſer.

Die auf van Helmont zunächſt folgenden Chemiker haben wenig über die Elementarbeſtandtheile uns hinterlaſſen. Glauber's Sinnen war zu ſehr auf das Praktiſche gerichtet, als daß er dieſe damals noch theoretiſche Frage beſonders berückſichtigt hätte, und Sylvius, der ſich ſo viel in ſpeculative Betrachtungen hinſichtlich der wirkſamen Beſtandtheile einließ, hat ſich gleichfalls über den erſteren Gegenſtand nicht ausgeſprochen. Die Chemiker jener Zeit, welche ſich darüber erklärt haben, hingen meiſt den alchemiſtiſchen Anſichten über die Elemente an; bei einigen finden wir ſie erweitert und den Ariſtoteliſchen genähert, wie z. B. von Le Fèvre in ſeinem Traité de la chymie (1660) als Elemente Waſſer oder Phlegma, geiſtiges oder mercurialiſches Princip, ſchwefliges oder öliges Princip, Salz und Erde als Elemente angegeben werden. — Aber jetzt trat Boyle auf, der eigentlich zuerſt die Frage nach den Elementarbeſtandtheilen ganz in dem Sinne auffaßte, wie ſie noch jetzt behandelt wird. Er bewies überzeugender, als dies je vor ihm geſchehen war, wie unzuläſſig für die Chemie einerſeits die Annahme der vier Elemente des Ariſtoteles ſei, und wie wenig andererſeits auch die drei Elemente der Alchemiſten uns über die Zuſammenſetzung der Körper einen vernünftigen Begriff geben können. Es geſchah dies vorzüglich in ſeinem Werke Chemista scepticus, vel dubia et paradoxa chymico-physica circa spagyricorum Principia, vulgo dicta hypostatica, prout proponi et propugnari solent a turba alchymistarum (1661). Hier bemüht er ſich zuerſt, die Unzulänglichkeit der früheren Anſichten zu zeigen, und ſchickt deßhalb voraus Considerationes circa experimenta allegari solita ad adstruendum vel quatuor Elementa peripatetica, vel tria Principia chymica corporum mixtorum. Er weiſt nach, daß die Elemente des Ariſtoteles ungenügend ſind, daß ſie durch die Zerlegung der Subſtanzen durch Feuer nicht erwieſen werden, wie ſpätere Naturforſcher dafür angeführt hatten, indem ſie namentlich

Begründung der neueren Anſicht über chemiſche Elemente durch Boyle.

Digitized by Google

in der Verbrennung eine Auflöſung der Körper in die vier Elemente, Erde (Aſche), Feuer, Luft (Rauch und Gas) und Waſſer, erblickten. Er zeigte, wie ſchwankend dieſe Ausdrücke ſind, daß z. B. die Aſche nichts weniger als eine eigentliche Erde iſt, und nicht ſo genannt werden darf. Ebenſowenig nahm Boyle die Elemente der Alchemiſten an, in deren Benennung er noch viel mehr Schwankendes fand. Den Beweis, den man auch hierfür aus der Einwirkung des Feuers auf die Körper zu führen verſucht hatte, bekämpfte er durch die Bemerkung, daß die Hitze keineswegs immer zerlegend wirkt, ſondern auch oft Beſtandtheile zu neuen Verbindungen vereinigt; die Unzuläſſigkeit der Annahme, daß namentlich Schwefel, Salz und Queckſilber Elementarbeſtandtheile ſeien, bewieß er dadurch, daß er zeigte, wie noch eine Menge anderer Körper mit demſelben Rechte Elemente genannt werden können, und wie von den Alchemiſten gerade eine ſehr unzuläſſige Annahme ſtatuirt werde, indem nämlich der Schwefel, deſſen Begriff ſich doch im gemeinen Schwefel am ſchärfſten wiederfinden müſſe, ſich auch als eine zuſammengeſetzte Subſtanz anſehen laſſe (vergl. Schwefel). Boyle's Meinung ging dahin, man ſolle, ohne ſich um die Urbeſtandtheile der Materie zu kümmern, über welche verſchiedene Anſichten zuläſſig ſeien, vorzugsweiſe ſeine Aufmerkſamkeit auf die Beſtandtheile richten, welche man wirklich abſcheiden könne, die für ſich darſtellbar ſeien; wenn dieſe für die Chemie nicht weiter zerlegbar ſeien, ſo ſolle man ſie Elemente nennen, und mit dieſer ſchärferen Begriffsbeſtimmung komme man weiter, als mit der vagen über die alchemiſtiſchen oder Ariſtoteliſchen Elemente. Zu einer ſolchen Abſcheidung der Elemente aber führe nicht nur die Einwirkung des Feuers, ſondern auch durch andere chemiſche Operationen laſſe ſie ſich vornehmen, und die auf letzteren Wegen (z. B. durch Operationen auf dem naſſen Wege) erlangten Stoffe verdienten gleichfalls den Namen einfacher Beſtandtheile: Equidem cum viderimus, naturam alia praeter ignem adhibere cum successu instrumenta posse ad distinctas substantias a corporibus mixtis separandum, quidni aliquam ejusmodi substantiam fecerit natura, vel ars facere possit, quae sit idoneum mixta corpora resolvendi instrumentum, vel aliquam ejusmodi methodum industria humana casuve inveniri posse, qua mediante composita corpora in alias substantias queant resolvi, quam sunt eae, in quas ignis adminiculo dispesci solent. Atque cur istius modi Analysios producta non possint jure non minori componentia corporum, unde emergunt, principia

Begründung der neueren Anſicht über chemiſche Elemente durch Boyle.

Digitized by Google

Begründung der neueren Anſicht über chemiſche Elemente durch Boyle.

appellari, haud facile quis ostenderit, maxime cum infra planum reddam, substantias, quas Chymici salia, sulphura et mercurios corporum vocare solent, haud ita puras et elementares esse, ut ipsi sibi sumunt atque ut hypothesis eorum postulat. Boyle zeigte weiter, daß man die Zahl der Elemente, im chemiſchen Sinne genommen, nicht a priori angeben, noch nach irgend einer Annahme beſchränken könne.

Boyle's Anſichten ſtimmen alſo im Princip vollkommen mit den noch jetzt anerkannten überein. Aus was die Materie im Allgemeinen beſteht, ob aus einem oder mehreren Urbeſtandtheilen, iſt den Chemikern zu entſcheiden nicht möglich. Aber es giebt Beſtandtheile, die, vielleicht aus dieſen Urbeſtandtheilen zuſammengeſetzt (vergl. ſeine Anſichten in der atomiſtiſchen Theorie), in der Chemie als einfach, d. h. als für die Chemie unzerlegbar, zu betrachten ſind; er meint: concedi posse, distinctas illas substantias (die exiſtirenden, darſtellbaren), quas concreta communiter vel suppeditant, vel continent, non adeo incongrue posse eorum Elementa vel Principia vocari, und es komme überhaupt mehr darauf an, dieſe näheren, als die letzten Beſtandtheile kennen zu lernen, denn, ſagt er anderswo, vix a quoquam negabitur, corpuscula compositae naturae in omnibus Chymicorum exemplis pro elementaribus posse haberi. — Wie ſehr er die Nothwendigkeit fühlte, chemiſche Elemente von den metaphyſiſchen zu unterſcheiden, ſelbſt wenn eine Schlußfolgerung der letzteren Art durch Beobachtungen unterſtützt werde, zeigt folgende Stelle: Et si quis dicat, saltem detegere nos posse ingredientia rerum elementaria, in quas substantias haec corpuscula quae habebantur pura dividantur: Respondeo, necessarium non esse, ut ejusmodi detectio deducatur in praxim.

Boyle hat uns keine Aufzählung der Stoffe hinterlaſſen, die er als Elemente betrachtete. Das Feuer hielt er für ein Element, das ſogar wägbar ſei, und ſchrieb 1673 experimenta nova, quibus ostenditur posse partes ignis et flammae reddi stabiles ponderabilesque (vergl. Oxydation). Den Begriff, den wir jetzt mit der Bezeichnung chemiſche Elemente verbinden, ſcheint Boyle außerdem auch unter dem Ausdruck mista prima verſtanden zu haben. (Vergl. die Geſchichte der chemiſchen Verbindung in dieſem Theile.) Ob er den Schwefel als ein ſolches mistum primum anſah, ſteht dahin; er zeigte indeß, daß er ſich möglicher Weiſe auch zuſammengeſetzter, als mistum secundarinm, als aus Schwefelſäure und einem verbrennlichen Stoffe beſtehend, betrachten laſſe. Die Metalle hielt er gleich-

Begründung der neueren Anſicht über chemiſche Elemente durch Boyle.

falls für mista prima, wie er dies namentlich für das Antimon und das Eiſen ausſpricht; die Möglichkeit, ſie unter einander zu verwandeln, erkannte er an. Er bringt verſchiedene Citationen anderer Chemiker bei, wonach eine ſolche Verwandlung ſtatthaben ſoll, ohne ſie zu beſtreiten, erzählt ſelbſt eine Verwandlung von Gold in ſchlechteres Metall, und ſpricht anderswo die Möglichkeit der Metallverwandlung geradezu aus.

Ich habe mich bei *Boyle's* Anſichten etwas ausführlicher aufgehalten, weil in ihnen die Grundlage der ſpäteren Betrachtungsweiſe für die Lehre von den chemiſchen Elementen liegt. *Boyle's* Meinung darüber wurde nicht gleich angenommen. Die Chemiker, die mit ihm gleichzeitig lebten, konnten ſich nicht zu dem Grade von Vorurtheilsfreiheit hinaufſchwingen, wie dies bei *Boyle* der Fall war. Haben ſie auch hinſichtlich einiger Hypotheſen richtigere Begriffe als ihre Vorgänger, ſo ſtehen ſie doch noch in den meiſten Beziehungen ganz unter dem Einfluſſe der früheren Meinungen, und ihre Anſichten ſind Gemiſche aus denen der Scholaſtiker, der Alchemiſten und eigenen, manchmal berichtigten, Ideen. Von den mit *Boyle* gleichzeitigen Chemikern haben wir *Kunkel*, *Becher* und *N. Lemery* zu nennen, die für die Lehre von den Elementen nicht ohne Einfluß geweſen ſind, und die uns für das eben Geſagte die beſten Belege liefern.

Kunkel's Anſichten.

Kunkel erklärte ſich im Allgemeinen gegen die alchemiſtiſchen Begriffe über die Urſtoffe, beſonders in ſeinen »chymiſchen Anmerkungen, darin gehandelt wird von den chemiſchen Principiis ꝛc.« (1677), ſuchte er das Abſurde der Annahme darzuthun, daß die organiſchen Subſtanzen aus Schwefel, Salz und Queckſilber beſtehen In Bezug auf den Schwefel leugnete er gleichfalls, daß er als Beſtandtheil an der Zuſammenſetzung der Metalle Theil nehme, aber darin konnte er ſich von vorgefaßten Meinungen nicht losreißen, daß Queckſilber ein Elementarbeſtandtheil aller metalliſchen Subſtanzen ſei. Seine Behauptungen ſtehen überhaupt an Zuläſſigkeit der Prämiſſen und an Folgerechtigkeit der Schlüſſe weit hinter denen *Boyle's* zurück.

Becher's Anſichten.

Bei *Becher* finden wir hinſichtlich der Lehre von den Elementen mehr neue Namen, als richtigere Anſichten, wie ſich vorzüglich aus ſeiner Physica subterranea (1669) ergiebt. Nach ihm ſind als einfache Stoffe anzuſehen das Waſſer und ſodann drei beſondere Erden, die glasartige (terra lapidea, vitrescibilis, improprie sal dicta, wie er ſich ausdrückt), die brennbare (terra pinguis, improprie sulphur dicta) und die mercurialiſche

Anſichten über die Elemente. (terra fluida, mercurialis, improprie Mercurius dicta). Die Metalle ſind nach ihm ſämmtlich Miſchungen aus den drei letzteren Erden. Es ſind alſo nur neue Namen für Salz, Schwefel und Queckſilber, die er aufſtellte, wie er ſich denn auch nach dem Vorgang der Alchemiſten aus dieſer Zuſammenſetzung der Metalle ihre Verwandelbarkeit unter einander zu erklären ſuchte.

Lemery's Anſichten. In N. Lemery's Cours de chymie (1675) ſind, an die Anſichten des Lefèvre erinnernd, fünf Grundſtoffe angenommen, das wäſſerige, geiſtige, ölige, ſalzige und erdige Princip. Unter dieſen werden Geiſt, Oel und Salz active Principien genannt, weil ſie eigentlich zur Bildung der chemiſchen Verbindungen Anlaß geben (parce qu'estant en mouvement, ils font toute l'action du mixte). Die anderen heißen paſſive (parce qu'estant en repos, ils ne servent qu'à arrester la vivacité des Actifs). So machten ſich die verſchiedenen Chemiker verſchiedene, gleich unrichtige Vorſtellungen über die Elemente.

Stahl's Anſichten. Im Anfange des 18. Jahrhunderts begann zuerſt Stahl, Boyle's Anſichten in die ausübende Chemie überzutragen, mit einer gewiſſen Vorſicht, welche ſicher die allgemeinere Annahme der naturgemäßeren Anſicht bedeutend erleichtert hat. Stahl verwarf die alten Begriffe und vagen Speculationen nicht ganz und gar; ſie finden ſich in ſeinen Schriften vielfach, was z. B. den Gehalt der Metallkalke an erdigen und mercurialiſchen Beſtandtheilen, was den Urſprung aller Säuren von Einer Primitivſäure angeht, aber dieſe Betrachtungen gaben kein Hinderniß dafür ab, daß Stahl wirklich das, was wir chemiſche Elemente nennen, klar auffaßte. Er bezeichnete ſie als eigenthümliche Körper, und in der Unterſuchung dieſer eigenthümlichen Körper ſind die Vorarbeiten für unſere Kenntniſſe der chemiſchen Elemente enthalten. Den Begriff der entzündlichen Erde, welchen er als Phlogiſton ſchärfer definirte und erweiterte, behielt Stahl als elementaren Beſtandtheil bei; ihm reihte er als eigenthümliche Beſtandtheile die Körper an, aus deren Vereinigung unter einander oder mit Phlogiſton er alle übrigen Subſtanzen gebildet glaubte. Indem Stahl die Frage nach der Grundmiſchung dieſer eigenthümlichen Körper zwar beachtete, aber doch zugleich die ſcharfe Unterſuchung der letzteren beſonders hervorhob, gelang es ihm und noch mehr ſeinen Nachfolgern, Subſtanzen als eigenthümliche zu erkennen, die vorher mit anderen verwechſelt worden waren, und in jeder dieſer Entdeckungen eines neuen eigenthümlichen Körpers war

7

für die ſpätere Zeit die Kenntniß eines beſonderen chemiſchen Elementes vorbereitet.

Anſichten über die Elemente.

Boerhave's Anſichten.

Hier dürfte auch, der chronologiſchen Berichterſtattung gemäß, Boerhave's gleichzeitige Meinung über die Elemente einzuſchalten ſein, ob er gleich an der Phlogiſtontheorie keinen näheren Antheil nahm. Die Frage nach den Urſtoffen berückſichtigte er ſehr wenig, in der Meinung, die Chemie könne doch hierüber keinen Aufſchluß geben. Was Boerhave Elementa nennt, ſind Beſtandtheile der Körper, Boyle's Anſicht, nur Nachweisbares ſo zu nennen, im Ganzen gemäß, aber doch davon abweichend, daß Boerhave mit dieſem Namen ſelbſt ſolche Beſtandtheile bezeichnet, welche er wohl ſelbſt als zuſammengeſetzte anerkannte. (Vergl. den Abſchnitt über chemiſche Verbindung in dieſem Theile.) Boerhave hat darin die richtigere Erkenntniß gefördert, daß er vorzugsweiſe auf die Unterſuchung der nachweisbaren Beſtandtheile hinleitete; die Kenntniß der chemiſch einfachen Stoffe verdankte aber hauptſächlich ihre Entwicklung der Hervorhebung der eigenthümlichen Stoffe, wie ſie Stahl dem eben beſprochenen gemäß eingeführt hatte.

Weitere Ausbildung des Begriffs eines chemiſchen Elements im 18. Jahrhundert.

Je weiter die phlogiſtiſche Theorie und mit ihr die Chemie vorſchreitet, um ſo mehr tritt die Frage nach der Grundmiſchung dieſer eigenthümlichen Körper in den Hintergrund. Im 17. Jahrhundert war man z. B. noch allgemein der Meinung, in allen Metallen ſei die erdige Grundlage (welche in den Rückſtänden nach der Calcination enthalten ſein ſollte) im Weſentlichen dieſelbe; im Anfange des 18. Jahrhunderts glaubte zwar St. F. Geoffroy noch, die Metalle könnten in einander verwandelt werden, aber er bewies doch auch (1709), daß ſich aus Eiſen, Kupfer, Zinn und Blei nicht dieſelbe erdige Grundlage durch Calcination darſtellen läßt, ſondern daß die ſo erhaltenen Kalke unter allen Umſtänden Verſchiedenheit zeigen; gegen das Ende jenes Jahrhunderts endlich nannte ſchon Bergman die Metallkalke geradezu einfache Körper. So gelten um 1770 bis 1780 den Anhängern dieſer Theorie als einfache Körper das Phlogiſton, das Waſſer, die Säure des Schwefels, des Phosphors und ähnliche Körper in dem ihnen bekannten höchſt oxydirten Zuſtande, ebenſo die Metallkalke, die Erden, die Alkalien u. ſ. w.

Die Lehre von den chemiſchen Elementen war ſomit von den Phlogiſtikern bis zu dem Grade entwickelt, daß ſie fähig war, in einer andern Art, als bisher, in Betrachtung gezogen zu werden. Bis dahin war es

Weitere Ausbildung des Begriffs eines chemiſchen Elements im 18. Jahrhundert.

nur Zweck und Aufgabe geweſen, als Elementarbeſtandtheile der Subſtanzen Körper anzugeben, die auch darin nachweisbar ſeien; die Phlogiſtiker hatten dieſe Aufgabe gelöſt; in ihren Anſichten findet ſich zuletzt wenig mehr von der früheren Unbeſtimmtheit der Ausdrücke, mit welcher die Alchemiſten den verſchiedenartigſten Dingen auf oberflächliche Aehnlichkeit hin gleiche Benennung beilegten, und wodurch deßhalb auch über die Beſtandtheile einer Subſtanz gar kein Aufſchluß gegeben war. Namentlich bei den ſpäteren Phlogiſtikern iſt die Angabe für die einfachen Stoffe ſtets eine ſo beſtimmte, daß über die Art derſelben kein Zweifel ſein konnte. Wo ſie Waſſer, wo ſie einen beſtimmten Metallkalk, eine gewiſſe Erde oder eine Säure u. ſ. w. als Elementarbeſtandtheil einer Subſtanz angaben, da konnte wenigſtens mit Sicherheit daraus geſchloſſen werden, daß die als Elemente angegebenen Stoffe wirklich aus dieſer Subſtanz darſtellbar ſeien.

So vorbereitet geſtaltet ſich aber mit der vollkommenen Ausbildung der phlogiſtiſchen Theorie und in ihrem Kampf mit der antiphlogiſtiſchen die Unterſuchung über die Elemente in ganz anderer Art, als früher. Die Anſicht über die chemiſch einfachen Stoffe wird nun der Ausdruck der chemiſchen Theorie. Bis die Lehre von den chemiſchen Elementen dieſe letztere Bedeutung erlangte, war ſie nur der Ausdruck einiger Kenntniſſe in der analytiſchen Chemie, der empiriſchen Forſchung. Sie repräſentirt aber nun, beſonders ſeit Lavoiſier's Aufſtellung des antiphlogiſtiſchen Syſtems, ſchärfer als ſonſt irgend eine chemiſche Lehre, die theoretiſchen Anſichten, deren Discuſſion ſich nun meiſtentheils um die Frage dreht: iſt ein beſtimmter Stoff eine Verbindung oder ein Element?

Es kann hier nicht von den Unterſuchungen geſprochen werden, wodurch für die einzelnen Stoffe oder für einzelne Gruppen von Körpern die Anſicht hinſichtlich ihrer chemiſchen Unzerlegbarkeit entwickelt wurde, die noch jetzt beibehalten wird. Die Berichterſtattung hierüber werde ich unten bei der ſpeciellen Geſchichte dieſer Stoffe und Gruppen beibringen. Aber nur im Allgemeinen will ich hier über die Meinungsverſchiedenheiten, welche ſich ſeit den Phlogiſtikern über die chemiſch einfachen Stoffe ausſprachen, das Wichtigſte mittheilen.

Der Streit zwiſchen den Antiphlogiſtikern und den Phlogiſtikern läßt ſich als ein Streit darüber anſehen, was Elemente, was Verbindungen ſind, ob nach der Meinung der letzteren Phlogiſton und Metallkalke und (Schwefel-, Phosphor- ꝛc.) Säuren Elemente ſind, oder wie die erſteren be-

haupteten, Sauerſtoff, Metalle, Schwefel, Phosphor u. ſ. w.; ob das Waſſer ein Element iſt, oder eine Verbindung u. ſ. w.

Weitere Ausbildung des Begriffs eines chemiſchen Elements im 18. Jahrhundert.

Lavoiſier's Anſicht über die chemiſchen Elemente war im Weſentlichen folgende: Es giebt Körper, die wir als einfache anſehen müſſen, und deren weitere Zerlegung unwahrſcheinlich iſt. Dahin rechnete er den Lichtſtoff, den Wärmeſtoff, den Sauerſtoff, den Waſſerſtoff und den Stickſtoff. Andere Körper betrachtete Lavoiſier nicht ſowohl als einfache, als vielmehr als unzerlegte, deren Beſtandtheile nämlich noch nicht bekannt ſind, aber für welche doch Wahrſcheinlichkeit da iſt, ſie bei weiterem Vorſchreiten der Wiſſenſchaft kennen zu lernen. Dahin gehören ſeiner Anſicht nach die Alkalien, die Erden, die Metalle. Die Stoffe, welche mit Sauerſtoff verbunden in den unorganiſchen Säuren enthalten ſind, betrachtete Lavoiſier als einfache; ſo den Schwefel, die Kohle, den Phosphor; wir finden hier zugleich hypothetiſche Elemente angeführt, Beſtandtheile von Säuren, welche noch nicht iſolirt dargeſtellt werden konnten, und die Lavoiſier als Radicale dieſer Säuren bezeichnete. Als chemiſche Elemente finden wir daher bei ihm weiter angegeben das Radical der Boraxſäure, Salzſäure, Flußſäure u. ſ. w.

Die Anſichten Lavoiſier's beſtätigten ſich größtentheils in den folgenden Unterſuchungen. Körper, die er als unzerlegte aufgeſtellt, deren wahrſcheinliche Zerſetzung er aber auch vorausgeſagt hatte, wurden zerlegt; ſo die Alkalien und Erden 1807 durch Davy; das Radical der Boraxſäure wurde 1808 dargeſtellt durch Gay=Luſſac und Thénard, und ſeine elementare Natur dadurch auch in der Erfahrung nachgewieſen.

Dieſe Beſtätigungen von Lavoiſier's Anſichten haben etwas Gemeinſames, welches die meiſten Unterſuchungen hinſichtlich der Elemente ſeit der Aufſtellung der antiphlogiſtiſchen Theorie charakteriſirt. Wo nämlich ein bisher für einfach gehaltener Stoff als zuſammengeſetzt erkannt wird, ergiebt die Zerlegung nicht zwei neue bisher unbekannte Elemente, ſondern ſie reiht jenen Stoff einer ſchon bekannten Klaſſe von Verbindungen an; der eigenthümliche Stoff enthält Ein neues Element, und der Fortſchritt der Wiſſenſchaft beſteht nur darin, zu zeigen, daß nur ein Theil des eigenthümlichen Stoffes, nicht, wie man bis dahin glaubte, das Ganze dieſes Stoffes, ein beſonderes Element darbietet.

Fortbildung der Anſichten über die chemiſchen Elemente in dem 19. Jahrhundert.

Ob die Körper, welche nach Lavoiſier's Anſichten als einfache zu betrachten ſind, oder welche, wie die Metalle, gemeiniglich als unzerlegbar angeſehen werden, dies auch wirklich ſind, wurde zu verſchiedenen Malen bezweifelt Auf die ſpecielle Geſchichte der einzelnen Stoffe muß ich wieder verweiſen, was Davy's Unterſuchungen angeht, ob Schwefel und Phosphor wahre chemiſche Elemente ſind, was Berzelius' frühere Anſichten über die Zuſammengeſetztheit des Stickſtoffes angeht. Im Allgemeinen beſtätigte ſich ſtets bei dem Vorſchreiten der Wiſſenſchaft, daß kein als einfach anerkannter Stoff eine Verbindung aus zwei bekannten Elementen iſt. Die Verſuche, welche hiergegen zu ſtreiten ſchienen, wurden bald als irrthümlich nachgewieſen; ſo, um nur eines zu erwähnen, welcher beſonders Aufmerkſamkeit auf ſich zog, die Bildung von Salzſäure und Natron durch die Einwirkung des Galvanismus auf reines Waſſer (vergl. Elektrochemie).

Winterl's vermeintliche Elemente.

Viel Aufſehen machte auch bei mehreren Chemikern zu Anfange dieſes Jahrhunderts, daß Winterl[1]) die Zuſammengeſetztheit mehrerer bis dahin als einfach angeſehener Stoffe und die Exiſtenz neuer ſehr verbreiteter Elemente bewieſen zu haben glaubte. Dieſer Chemiker, der mit einer ſehr regen Phantaſie nur unvollkommene Kenntniſſe in der Anwendung der chemiſchen Hülfsmittel beſaß, glaubte ſchon 1789 mehrere Metalle in noch entferntere Beſtandtheile zerlegt zu haben, z. B. das Kupfer in Nickel, Reißblei, Kieſelerde und einen unbekannten flüchtigen Stoff. Auf dieſer Bahn weiter ſchreitend, gelangte er bald zu der Ueberzeugung, daß die antiphlogiſtiſche Theorie für die Chemie ungenügend ſei, da ihr alle allgemeineren Begriffe abgingen, und ſie Fragen nach dem allgemeinen Princip der Metalle, des Sättigungsvermögens u. ſ. w. nicht beantworten könne. Dieſe allgemeineren Begriffe ſuchte er durch ſeine Prolusiones ad chemiam seculi decimi novi (1800) zu geben, welchen 1803 ſeine Accessiones novae ad Prolusionem suam primam et secundam folgten. Winterl glaubte, daß die Kenntniß der materiell nachweisbaren Beſtandtheile in den verſchiedenen Subſtanzen zu einer Erklärung der Eigenſchaften der letzteren unzureichend ſei; demgemäß nahm er außer ihnen noch imponderable Principien an, begeiſtende, wie er ſie nannte, die gleichfalls in die Bildung der chemiſchen Verbindungen mit eingehen ſollten. Nach ihm ſind alle Atome, von was immer für Subſtanzen, an ſich gleichartig und identiſch; daß ſie

[1]) Joſeph Jacob Winterl, Profeſſor der Chemie und Botanik zu Peſth, ſtarb 1809.

doch verſchiedene Subſtanzen bilden, rührt davon her, daß zwei ſich einander entgegengeſetzte begeiſtende Principien, das Säure- und das Baſeprincip, in ihnen exiſtiren, von deren verſchiedenem Intenſitätsverhältniß, wo mehr oder weniger vollſtändige Ausgleichung (Entgeiſtung) ſtatthat, die verſchiedenen Eigenſchaften bedingt werden. Von den Subſtanzen, welche eins dieſer begeiſtenden Principien in hohem Grade haben (den reinen Säuren und den ätzenden Alkalien), können dieſe unbeſchadet der quantitativen Zuſammenſetzung getrennt werden, und es giebt nach ihm ſtumpfe Säuren und Alkalien (acida et alcalia fatua), ohne daß der neutrale Zuſtand durch Miſchung mit einem Alkali oder einer Säure hervorgebracht wurde. Die Ausgleichung des Säure- und des Baſeprincips iſt nach ihm die Urſache der Wärme bei chemiſchen Verbindungen; das Waſſer iſt ein Element, welches durch Verbindung mit negativer Elektricität (Baſeprincip) zu Waſſerſtoff (Waſſerbaſe), durch Verbindung mit poſitiver Elektricität (Säureprincip) zu Sauerſtoff (Waſſerſäure) wird, u. ſ. w. — Winterl's Anſichten empfahlen ſich mehreren Chemikern der damaligen Zeit durch den Umſtand, daß in ihnen der gerade an der Tagesordnung ſeiende Dualismus mit großer Conſequenz durchgeführt war. Leider waren die Experimentaluntersuchungen, welche Winterl zur Stütze ſeiner theoretiſchen Anſichten anführte, nichts weniger als geeignet, in ihm den Reformator der Wiſſenſchaft anerkennen zu laſſen. So ſollte es ihm gelungen ſein, Modificationen der Materie darzuſtellen, die einfacher ſeien, als alle bis dahin bekannten ſogenannten chemiſchen Elemente, und welche in der Zuſammenſetzung dieſer enthalten ſeien. Einer dieſer Stoffe war die Andronia. Sie ſollte bereitet werden aus Salpeter mit Kohle geglüht (Winterl nahm dies in irdenen Tiegeln vor), und gefrieren laſſen oder vorſichtige Neutraliſation mit einer Säure. Die Andronia, ein weißes Pulver, ſollte mit Sauerſtoff, Waſſer und Säureprincip in verſchiedenen Verhältniſſen verbunden die Kohlenſäure, das Stickgas und die Salpeterſäure bilden; mit Waſſerſtoff aber die Milch, das Eiweiß u. ſ. w. In verſchiedenen Verhältniſſen mit Kalk verbunden, gäbe ſie Kali oder Kieſelerde; das Blei verwandle ſie in Baryt, das Kupfer in Molybdän, die Alaunerde in Glycinerde. Laſſe man galvaniſche Elektricität auf ſie einwirken, ſo erhalte man an dem poſitiven Pol eine Säure, an dem negativen aber Ammonium und eine Säure, die vollkommene Aehnlichkeit mit faulenden organiſchen Subſtanzen habe. Die Säure am poſitiven Pol ſei von derſelben Art, wie

Winterl's vermeintliche Elemente.

Winterl's vermeintliche Elemente.

die, welche in der zur Bildung der galvaniſchen Säule angewandten Flüſſigkeit enthalten ſei. Dieſe Angaben genügen wohl, um von Winterl's Art der Forſchung einen Begriff zu geben; gleich nachdem die Prolusiones erſchienen waren, wurden die Verſuche von ausgezeichneten Chemikern wiederholt, aber keins der angegebenen Reſultate erhalten. Guyton und Chenevix verſicherten, bei Befolgung aller angegebenen Vorſchriften und fehlerhaften Verſuche nur Kieſelerde erhalten zu haben. Winterl indeß beharrte auf ſeinen Anſichten, und ſchickte der franzöſiſchen Akademie von ihm ſelbſt dargeſtellte Andronia zu, damit ſich dieſe von der Richtigkeit ſeiner Beobachtungen überzeugen könne. Fourcroy, Guyton-Morveau, Berthollet und Vauquelin unterſuchten ſie, und fanden ſie aus Kieſelerde mit Kalk, Thonerde, Kali und Eiſen verunreinigt beſtehend. Ihr Bericht, 1809 abgeſtattet, machte der ganzen Schwindelei ein Ende.

Fortbildung der Anſichten über die chemiſchen Elemente in dem 19. Jahrhundert.

Gehen wir von dieſem verunglückten Verſuche, eine Totalreform der Chemie begründen zu wollen, zu den beſonneneren und fruchtereicheren Unterſuchungen über die Einfachheit gewiſſer Subſtanzen zurück, ſo finden wir ſtets wieder die Frage, ob ein Stoff als einfach oder als eine Verbindung genommen werden müſſe, mit den wichtigſten allgemeineren chemiſchen Problemen verknüpft. Wir erwähneu hiervon nur der Unterſuchungen, ob das Chlor als ein einfacher Körper zu betrachten ſei, deren endliche Entſcheidung für die Theorie der Säuren, der Salze, der Verbrennung ꝛc. in gleichem Grade wichtig war. Spätere Entdeckungen über die chemiſchen Elemente haben im Weſentlichen keine reformirende Wirkung gehabt; die Auffindung neuer Salzbilder und neuer Metalle vervollſtändigte nur Gruppen von Elementen, deren Eigenthümlichkeit ſchon früher dargethan war. Mehr und mehr aber trat mit genauerer Kenntniß der einfachen Körper die Nothwendigkeit hervor, keinen Stoff als einfach anzunehmen, der nicht für ſich darſtellbar ſei; dieſe Anſicht war es vorzüglich, welche in der Frage über die Zuſammenſetzung der Salzſäure, über die Einfachheit des Chlors entſcheidend einwirkte, welche, der hohen Autorität von Berzelius ungeachtet, deſſen frühere Anſicht über die Zuſammenſetzung des Stickſtoffs nicht allgemein annehmen ließ, und welcher nur in den Fällen weniger Rückſicht geſchenkt wurde, wo (wie bei dem Fluor) mehrfache Analogie keinen Zweifel über die Exiſtenz eines einfachen Stoffes läßt, den im iſolirten Zuſtande darzuſtellen noch nicht gelungen iſt.

Erkenntniß und Benennung der chemiſchen Verwandtſchaft.

Erkenntniß und Benennung der chemiſchen Verwandtſchaft.

Gehen wir jetzt zu der ausführlicheren Betrachtung über, wie ſich die Kenntniſſe über die chemiſche Affinität entwickelten. Die Lehre von der Verwandtſchaft gewann Selbſtſtändigkeit erſt von der Zeit an, wo die Chemie wiſſenſchaftlich behandelt zu werden anfing, wurde alsdann aber auch bald als eine der wichtigſten überhaupt betrachtet. Früher nur hin und wieder gelegentlich bearbeitet, wurden zuletzt die Unterſuchungen über dieſe Kraft die umfaſſendſten in der Scheidekunſt, ſo daß jetzt faſt die ganze Chemie als eine Kette von Anwendungen und Beiſpielen der Lehre von der Verwandtſchaft betrachtet werden kann.

Langſam hat ſich die Kenntniß dieſer Kraft entwickelt, wenig allmälig, mehr ſtoßweiße und in einzelnen, ſcharfgeſchiedenen Epochen; zu verſchiedenen Zeitpunkten machte ſie durch die Beſtrebungen einzelner Männer große Fortſchritte, während ſie dazwiſchen verhältnißmäßig nur wenig gefördert wurde. Die bedeutendſten wiſſenſchaftlichen Namen ſtehen in Verbindung mit dieſen Unterſuchungen; die Urſache der Verwandtſchaftskraft darzuthun, ſie auf andere bekannte Kräfte zurückzuführen, haben ſich die ausgezeichnetſten Naturforſcher bemüht; und iſt auch die Wiſſenſchaft in dieſer Beziehung, was die Urſache der Verwandtſchaft angeht, noch jetzt nicht aufgeklärt, ſo ſind doch durch die hierauf gerichteten Beſtrebungen die Bedingungen, unter welchen, die Geſetze, nach welchen dieſe Kraft wirkt, ſo vollſtändig erkannt, daß ſie die Grundlage, den Inhalt unſerer heutigen Chemie ausmachen.

Die hiſtoriſche Unterſuchung der Entwicklung der Lehre von der Affinität führt uns in jene Zeiten zurück, wo die dahin gehörigen Thatſachen

Erkenntniß und Benennung der chemiſchen Verwandtſchaft.

noch nicht unter Einem Geſichtspunkte betrachtet wurden, wo ſich nur hin und wieder eine zufällige Erörterung eines Umſtandes findet, die uns über die Anſichten, welche man früher hinſichtlich dieſer Kraft hegte, Aufſchluß giebt.

Halten wir vorerſt nicht an dem Namen Affinität oder Verwandtſchaft feſt, ſondern betrachten wir überhaupt: wie entwickelten ſich die Anſichten über die Kraft, durch welche aus zwei verſchiedenartigen Körpern, den Beſtandtheilen, eine Verbindung, ein in ſeinen Eigenſchaften von beiden Beſtandtheilen verſchiedenes homogenes Ganze, gebildet wird?

Die älteſte Anſicht, die wir hierüber kennen, und die lange Zeit ihren Einfluß auf die Beantwortung dieſer Frage geltend machte, war die, daß wenn zwei Körper ſich mit einander vereinigen können, in ihnen Ein gemeinſames Princip enthalten ſein muß. Es ſprach dieſe Anſicht ſchon Hippocrates aus, deſſen Leben in das fünfte Jahrhundert vor dem Beginn unſerer Zeitrechnung fällt, wenn er als Grundſatz lehrte, Gleiches vereinige ſich nur mit Gleichem, und die folgenden Autoritäten im Laufe vieler Jahrhunderte ſtimmen in dieſer Grundanſicht über die Urſache, weßhalb Körper unter einander Verbindungen eingehen, mit ihm überein.

Einführung des Namens Verwandtſchaft.

Aus dieſer Anſicht, aus der Annahme, daß Körpern, die im Stande ſind, ſich mit einander zu vereinigen, deßhalb auch ein gemeinſamer Beſtandtheil inwohnen müſſe, rührt denn auch die Bezeichnung Verwandtſchaft her. Körper, welche die Fähigkeit haben, mit einander Verbindungen einzugehen, nannte man verwandt; unter dem Bande der Verwandtſchaft, dem gemeinſamen Blute, was ſie verwandt macht, verſtand man das gemeinſame Princip, welches man in ihnen vorausſetzte, die Bedingung der Möglichkeit, ſich zu einer Verbindung zu vereinigen.

Dieſe Bezeichnung Affinität, Verwandtſchaft für das Vermögen, mit einander in Verbindung zu treten, iſt nicht ſo neu, als man gewöhnlich angiebt. Man hört häufig die Anſicht ausſprechen, daß erſt mit dem Anfange des 18. Jahrhunderts dieſer wiſſenſchaftliche Ausdruck in die Chemie eingeführt worden ſei, daß er zuerſt von dem Utrechter Profeſſor J. C. Barchuſen [1]) gebraucht worden ſei, der in einem zu

---

[1]) Johann Conrad Barchuſen war geboren zu Horn in der Grafſchaft Lippe 1666; 1698 wurde er Profeſſor der Medicin und Chemie zu Utrecht, und ſtarb hier 1732.

Einführung des Namens Verwandtſchaft.

Leyden 1696 erſchienenen und ſpäter mehrmals wieder aufgelegten Werke, Pyrosophia succincta, Jatrochymiam, rem metallicam et chrysopoeiam breviter pervestigans, dieſes Wort gebraucht hat, indem er da, wo er von der Schwierigkeit ſpricht, gewiſſe Stoffe durch die Chemie vollſtändig von einander abzuſcheiden, äußert: arctam enim atque reciprocam interse habent affinitatem. Mit dieſem Satz ſoll, der gewöhnlichen Annahme zufolge, der Begriff und Name Affinität in die Wiſſenſchaft eingebürgert worden ſein.

Es iſt offenbar von wenig Intereſſe, ob einige Jahre früher oder ſpäter der Ausdruck Affinität im chemiſchen Sinne zuerſt gebraucht worden iſt; will man indeß dafür ein beſtimmtes Jahr gern angeben, ſo muß man etwas genauer zu Werke gehen. Der Ausdruck Affinität im chemiſchen Sinne findet ſich ſchon lange vor Barchuſen, zwar nicht gewöhnlich, aber auch gerade nicht ſelten gebraucht, und was das Merkwürdigſte iſt, im Anfange weit mehr dem entſprechend, wie wir ihn jetzt anwenden, als ſpäter, namentlich als zu Barchuſen's Zeit. Es wäre verdienſtlos, die alten Schriften mit beſonderer Aufmerkſamkeit auf das Wort Affinität durchzuſtudiren, und ich kann hier nur mittheilen, was gelegentlich bei dem Durchleſen ſolcher Werke ſich ergiebt. Intereſſant iſt es, daß bereits Albertus Magnus, der 400 Jahre vor Barchuſen lebte, ſich des Ausdrucks Affinität bediente. Sulphur propter affinitatem naturae metalla adurit, ſagt er in ſeinem Buche de rebus metallicis (das bereits 1518 gedruckt wurde), bei Gelegenheit, wo er davon ſpricht, daß Schwefel ſich mit allen Metallen, nur mit dem Golde nicht, vereinigen laſſe, wenn man ihn auf die ſchmelzenden Metalle werfe. Bei den nachfolgenden Chemikern finden wir gleichfalls das Wort affinitas noch vor 1696 hin und wieder ganz im chemiſchen Sinne gebraucht, wenngleich auch noch öfter der auszudrückende Sinn durch eine Umſchreibung gegeben wird. So umſchreibt z. B. Glauber in ſeinem 1648 gedruckten Buche: novi furni philosophici, wo er von der Affinität der Kieſelſäure zum Kali ſpricht, in der Art, daß er ſagt: »denn Sand und ſeines Gleichen mit sale tartari eine große Gemeinſchaft haben und ſich zuſammen ſehr lieben, alſo daß keins von dem andern gern will weichen«, aber Sylvius de le Boë braucht ſchon in einer 1659 erſchienenen Diſſertation, wo von der Ausſcheidung eines Metalls aus ſeiner Auflöſung in Säuren durch ein anderes Metall die Rede iſt, ohne Umſchreibung den Ausdruck: quoties aliud metallum prae-

Einführung des Namens Verwandtſchaft.

dicto acido magis affine additur solutioni. Ebenſo drückt ſich Boyle in ſeinem 1661 erſchienenen Chymista scepticus aus, wo er von der Wirkung der Salzſäure und des flüchtigen Laugenſalzes auf einander ſpricht: quae duo sibi invicem valde sunt affinia, und auch bei R. Hooke, der in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts ſchrieb, findet ſich ſchon der Ausdruck affinitas chemica. Wir ſehen alſo ſchon lange vor 1700, und bis dahin, die Bezeichnungen affinitas und affine in dem chemiſchen Sinne gebraucht, wie von Barchuſen. — Auf die Art, wie man ſich hinſichtlich dieſer Kraft ſonſt noch durch Worte verſtändlich zu machen ſuchte, werde ich noch mehrfach Gelegenheit haben, zurückzukommen, und dafür charakteriſtiſche Stellen anzuführen, namentlich wo ich über das Hiſtoriſche von der Wahlverwandtſchaft und der Urſache der Verwandtſchaft zu berichten habe.

Begriffsbeſtimmung der Verwandtſchaft.

Bis hierher ſteht faſt immer der Gebrauch des Wortes Affinität in Uebereinſtimmung mit dem, was im Anfange dieſes Abſchnittes über ſeinen Urſprung geſagt wurde; der Ausdruck wird nämlich in der Vorausſetzung gebraucht, daß die Stoffe, welchen man Affinität zu einander zuſchreibt, etwas Gemeinſames enthalten. So iſt die Sprachweiſe des Albertus Magnus: sulphur propter affinitatem naturae metalla adurit, offenbar aus der von allen Chemikern ſeiner Zeit angenommenen Anſicht hervorgegangen, daß in den reinen Metallen Schwefel enthalten ſei, wonach alſo die Verwandtſchaft des gemeinen Schwefels zu den Metallen auf einem gemeinſamen Gehalte an (hypothetiſchem) reinem Schwefel beruht. In ganz ähnlichem Sinne braucht Barchuſen und ſeine Zeitgenoſſen den Ausdruck Affinität; Becher, in der zweiten Hälfte des 17. Jahrhunderts, hatte als einen der wichtigſten chemiſchen Grundſätze aufgeſtellt, daß die Möglichkeit der Vereinigung zweier Stoffe nur auf dem Gehalt beider an einem gemeinſchaftlichen Princip beruhe, und bei ihm bedeutet affinis und affinitas ſtets, was wir jetzt etwa durch analog und Analogie ausdrücken. Es iſt hiernach zu jener Zeit dem Begriff Affinität ganz der entgegengeſetzte Sinn untergelegt, als welchen wir jetzt damit verbinden. Im 17. Jahrhundert bedeutete noch Verwandtſchaft eine Aehnlichkeit, eine Vergleichbarkeit in chemiſcher Beziehung; zwei Stoffe galten für um ſo verwandter, je mehr man in ihnen gemeinſames Princip vorausſetzte, für je chemiſch ähnlicher man ſie alſo hielt, während wir jetzt zwei Stoffen eine um ſo größere Verwandtſchaft zu einander beilegen, eine je größere chemiſche Unähnlichkeit, ein je entgegengeſetzteres chemiſches Verhalten wir an ihnen wahrnehmen.

Digitized by Google

Dieſe Aenderung in dem Begriff der chemiſchen Verwandtſchaft beginnt etwa mit dem 18. Jahrhundert, und zwar war es hauptſächlich Boerhave, welcher ſie vermittelte. In ſeinem 1732 erſchienenen Werke, Elementa Chemiae, findet ſich das Wort affinitas, wenn auch nicht als das gewöhnliche, doch öfters gebraucht. Er legt hier namentlich den Löſungsmitteln Affinität bei in Bezug auf die aufzulöſenden Stoffe, aber auch das Zuſammentreten gleichartiger Körpertheilchen betrachtet er noch als auf Affinität beruhend. Wo er z. B. auf eine nähere Betrachtung der Wirkung der Löſungsmittel auf die zu löſenden Körper, der Wirkung der Verwandtſchaft alſo, eingeht, ſagt er: Causa certa requiritur, quae efficit, nt particulae dissolventis a se mutuo recedentes potius petant illas materiae dissolvendae particulas, quam ut in antiqua statione maneant. An non similis ratio exigitur, cum particulae solvendi, jam divulsae per virtutem solventis, sicque jam separatae, potius maneant nunc unitae illis menstrui partibus, per quas solutio facta fuit, quam nt iterum post solutionem peractam, particulae solventes, et solutae, denuo se affinitate suae naturae colligant in corpora homogenea. Boerhave meint aber unter Löſungsmitteln nicht ganz das, was wir jetzt im eigentlichen Sinne des Wortes darunter verſtehen; er nennt Löſungsmittel meiſt ſolche Stoffe, welche die aufzulöſenden Körper chemiſch verändern, ſo z. B. ſind ihm Säuren in Bezug auf Metalle Löſungsmittel, menstrua, und den Säuren legt er Verwandtſchaft zu den Metallen bei. Dieſe Körper ſind aber offenbar unter einander verſchieden, ſie haben nichts Gemeinſames, und Boerhave ſucht auch geradezu durchzuführen, Verwandtſchaft ſei auch das Beſtreben unähnlicher Körper, ſich zu verbinden; ganz im Gegenſatz zu der Meinung der vorhergehenden Jahrhunderte, daß Verwandtſchaft ausſchließlich das Beſtreben ähnlicher Körper nach Vereinigung ſei. Der Uebergang in der Bedeutung des Wortes Verwandtſchaft beruhte alſo großentheils in der Unbeſtimmtheit, welche man zu jener Zeit mit dem Worte Löſungsmittel verband. Wenn die Chemiker des 17. Jahrhunderts ſagten, Zinn, Silber ꝛc. löſten ſich in Queckſilber, Harze in Oelen, weil dieſe Stoffe verwandt ſein müßten, da die erſteren die gemeinſame Eigenſchaft des metalliſchen Zuſtandes, die letzteren z. B. die des Verbrennlichſeins hätten, ſo verſtanden ſie unter Löſen etwas Anderes, als wenn Boerhave im Anfange des 18. Jahrhunderts die Löslichkeit des Eiſens in Salpeterſäure gleichfalls auf Rechnung der Verwandtſchaft zwiſchen beiden Körpern ſetzte. —

Begriffsbeſtimmung der Verwandtſchaft.

Begriffsbeſtimmung der Verwandtſchaft.

Der Umſtand, daß Boerhave's Schriften ſo ſehr verbreitet wurden und faſt allgemein die Grundlage des chemiſchen Studiums waren, trug ohne Zweifel viel dazu bei, dem Worte Affinität die ihm von dieſem Chemiker, im Gegenſatz zu der früheren Anſicht, untergelegte Bedeutung zu erhalten, wie wir denn jetzt noch es in Boerhave's Sinn nehmen, als die Kraft, welche chemiſch verſchiedene Körper in Verbindungen zuſammenhält.

Von Boerhave's Zeit an wurde auch erſt der Ausdruck Affinität oder Verwandtſchaft in der Wiſſenſchaft allgemein angewandt. Im Anfange des 18. Jahrhunderts erhoben ſich noch Viele, namentlich die Phyſiker jener Zeit, gegen dieſen Ausdruck, indem ſie in dem Gebrauche deſſelben die Anerkennung einer neuen vis occulta fürchteten. In Frankreich beſonders waltete zu dieſer Zeit Abneigung gegen den Ausdruck Affinität vor, und St. F. Geoffroy, um dieſe Zeit (1718 und ſpäter) eine der bedeutendſten Autoritäten, was chemiſche Verwandtſchaft angeht, vermied den Gebrauch deſſelben; ſtatt zu ſagen: zwei vereinigte Stoffe werden zerſetzt, wenn ein dritter dazu kommt, der zu einem der beiden vorigen mehr Verwandtſchaft hat, als dieſe unter ſich, drückt er ſich aus: wenn er zu einem derſelben mehr rapport hat. Von 1730 an etwa iſt übrigens die Bezeichnung Affinität oder Verwandtſchaft die bei weitem gebräuchlichſte, und ſelbſt Bergman's Autorität konnte am Ende des 18. Jahrhunderts die Chemiker nicht beſtimmen, dieſen nun gewohnt gewordenen Ausdruck aufzugeben, und den von ihm dafür angewandten, bereits von Newton gebrauchten, Anziehung, Attraction, anzunehmen.

Erkenntniß der verſchiedenen Stärke der Verwandtſchaft.

Um die allmälige Ausbildung der Erkenntniß der Verwandtſchaftserſcheinungen einzuſehen, haben wir zunächſt darauf vorzugsweiſe Bedacht zu nehmen, wie die Erfahrungen über die verſchiedene Stärke der Verwandtſchaft ſich entwickelten, und wie man dieſe zu erklären ſuchte; da Erfahrungen in dieſer Beziehung die erſten waren, aus welchen eine wiſſenſchaftliche Behandlung der Affinitätslehre hervorging. Was die anderen Wirkungen der Verwandtſchaft angeht, ſo werde ich unten, namentlich bei der Betrachtung der Anſichten über die chemiſche Verbindung, das dahin Gehörige mittheilen. Erkenntniß der verſchiedenen Stärke der Verwandtſchaft.

Wir wollen die Entwickelung der Kenntniſſe über die verſchiedene Stärke der Verwandtſchaft unter zwei abgeſonderten Geſichtspunkten abhandeln. Zuerſt wollen wir die empiriſchen Erfahrungen, die man im Laufe der Zeit darüber machte, verfolgen, während eines Zeitabſchnittes, wo entweder noch gar keine Theorie darüber beſtand, oder wo die aufgeſtellten theoretiſchen Anſichten doch nur von untergeordnetem Einfluſſe auf die Unterſuchungen waren. Bis zu dem Ende des 18. Jahrhunderts ſind die Bemühungen der Naturforſcher, die Verwandtſchaftserſcheinungen zu erkennen, vorzugsweiſe auf das Empiriſche gerichtet; nach dieſer Zeit tritt die theoretiſche Behandlung weit einflußreicher hervor, und wir wollen abgeſondert die bis dahin aufgeſtellten Theorien durchgehen und daran die Betrachtung der weiteren Fortſchritte der Affinitätslehre knüpfen.

Da die ganze Chemie auf Verwandtſchaftserſcheinungen beruht, ſo mußten natürlich gleich mit den erſten chemiſchen Operationen Vorgänge bekannt werden, welchen die verſchiedene Größe der Verwandtſchaft verſchiedener Stoffe zu einem dritten zu Grunde lag. Aber erſt ſpät fing man an, die Umſtände genauer feſtzuſetzen, wann eine Zerſetzung, wann eine

Erkenntniß der verſchiedenen Stärke der Verwandtſchaft.

Abſcheidung erfolgt. Davon, zu welcher Zeit zuerſt Erſcheinungen, die auf der verſchiedenen Stärke der Verwandtſchaft beruhen, beobachtet wurden, kann hier nicht die Rede ſein; die erſten metallurgiſchen Beſchäftigungen kann man als die erſten künſtlicheren Operationen anſehen, wo die verſchiedene Stärke der Affinität praktiſch genutzt wurde; aber hinſichtlich des Vorganges bei dieſen Operationen wurde lange Zeit in keiner Weiſe nach theoretiſcher Erklärung geſtrebt, lange findet man nicht einmal eine Bezeichnung der Urſache der dahin gehörigen Erſcheinungen verſucht. Bei den vielen Experimenten, welche auf den Wirkungen der verſchieden großen Affinität beruhen, wurden vor dem 17. Jahrhundert ſtets nur die Reſultate als Facta angegeben, ohne irgend ein Beſtreben, den vorgegangenen Proceß zu erläutern. — Als eine der älteſten Operationen, die auf einer einfachen Wahlverwandtſchaft beruhen, muß die Methode des Dioscorides (der in dem erſten Jahrhundert unſerer Zeitrechnung lebte) genannt werden, das Queckſilber aus dem Zinnober durch Erhitzen mit metalliſchem Eiſen abzuſcheiden. Geber im 8. Jahrhundert ſtellte viele Experimente an, die auf der Wirkung der Wahlverwandtſchaft beruhen, gleichfalls ohne dieſe Kraft irgendwie zu bezeichnen. Baſilius Valentinus im 15. Jahrhundert hat in ſeinen »Handgriffen« eine Stelle, wo er alle ihm bekannten Fällungen zuſammengetragen zu haben ſcheint, und da die meiſten von dieſen auf Wirkungen der Wahlverwandtſchaft beruhen, ſo theile ich ſie hier mit: »Vitriol ſchlägt nieder Mercurium vivum, und Sal Tartari das ☉, ♀ und gemein Salz das ☽, ♂ die ♀, eine Lauge von Büchenaſchen den Vitriol, Eſſig den gemeinen Schwefel, ♂ tartarum, und Salpeter den Antimonium.« Hier iſt alles mögliche Ungleichartige zuſammen unter dem gemeinſamen Namen des Niederſchlagens begriffen, einem Ausdrucke, der ſpäter vorzugsweiſe für Erſcheinungen, die auf Wahlverwandtſchaften beruhen, angewandt wurde. — Angelus Sala im Anfange des 17. Jahrhunderts wußte, daß die Schwefelſäure aus dem Salpeter Scheidewaſſer austreibt. — So waren eine Menge Erſcheinungen bekannt, welche auf der Verwandtſchaft beruhen; die Erklärung indeß konnte kaum eher gegeben werden, bevor der Begriff einer chemiſchen Verbindung feſtgeſtellt war. Zu den Thatſachen, die beſonders dahin gehören und bald allgemeiner bekannt wurden, gehört namentlich die Fällung eines Metalls aus ſeiner Auflöſung durch ein anderes; die dahin bezüglichen Nachrichten werde ich unten, wo die Metallfällungen ausführlicher erörtert werden ſollen,

Aelteſte Wahrnehmungen darüber.

Digitized by Google

mittheilen. Aber nirgends findet ſich vor der Mitte des 17. Jahrhunderts eine Andeutung der Urſache dieſer Erſcheinungen.

Glauber ſpricht zuerſt beſtimmt davon, daß ein Körper nicht gleiche Neigung habe, ſich mit jedem beliebigen andern zu verbinden. Er weiß, daß hier eine Verſchiedenheit ſtattfindet, daß das Beſtreben eines Stoffes, ſich mit einem andern zu vereinigen, verſchieden iſt, je nach der Natur des letzteren; daß ein Körper eine Verbindung zerlegen kann, weil er zu einem der Beſtandtheile eine größere Verwandtſchaft hat, als die Beſtandtheile unter ſich. Er drückt ſich in dieſer Beziehung, ohne übrigens ſich der Bezeichnung Verwandtſchaft je zu bedienen, ſehr beſtimmt und richtig aus. Sehen wir zuerſt, wie ſeine Anſichten hinſichtlich ſolcher Erſcheinungen ſind, die auf einfacher Wahlverwandtſchaft beruhen. Glauber weiß, daß Kali, Kalk oder Zinkoxyd in der Hitze aus dem Salmiak das Ammoniak austreibt, und äußert ſich in ſeinem 1648 publicirten Buche novi furni philosophici in folgender Art über die Gewinnung des flüchtigen Laugenſalzes. Er ſagt, man könne zur Abſcheidung des Ammoniaks aus dem Salmiak ſich nicht jeder beliebigen Erde bedienen, ſondern nur eines der eben angegebenen Stoffe; andere Körper, Bolus, Ziegelerde, Sand z. B. verhielten ſich kraftlos, und die Wirkung der vorgeſchriebenen Materien beruhe darauf, »weilen der Galmei« (wie auch Kali und Kalk) »ſolcher Natur iſt, daß er groſe Gemeinſchaft mit allen acidis hat, dieſelben ſehr liebet und auch von ihnen geliebt wird; alſo henket ſich das sal acidum« (die Salzſäure) »in der Wärme an denſelben, verbindet ſich damit, dadurch das sal volatile« (das Ammoniak) »ledig gemacht und zu einem ſubtilen spiritu diſtilliret wird.« Auch bei complicirteren Erſcheinungen weiſet er nach, wie Fällungen durch Aufhebung früher beſtandener und Bildung neuer Verbindungen vor ſich gehen. In dem angeführten Werke erklärt er, wie durch Vermiſchen von Goldſolution und Kieſelfeuchtigkeit ein Niederſchlag von Kieſelerde und Gold(oxyd) entſteht. »Das aqua regis hat durch ſeine Acidität das sal tartari getödtet und kraftlos gemacht, daß es ſein angenommen Kießling oder Sand« (die aufgelöſte Kieſelerde) »hat müſſen fallen laſſen; hingegen hat auch das sal tartari bei dem liquore silicum die Schärfe des aquae regis zunichte gemacht, daß es ſein angenommenes Gold nicht länger hat halten können; dadurch alſo zugleich das Gold und Kießling von ihrem solvente erlediget ſein.«

Erkenntniß der einfachen Wahlverwandtſchaft.

Zunahme der Kenntniſſe über die einfache Wahlverwandtſchaft.

Dieſe Erklärungsweiſen von Glauber ſind ſehr genügend; von ſeiner Zeit an finden wir überhaupt die Anſicht mehr angenommen und ausgeſprochen, daß irgend ein Stoff ſich lieber mit einem gewiſſen, als mit einem andern verbindet, daß er mit dem letzteren verbunden aus der Verbindung ausſcheidet, um ſich mit dem erſteren zu vereinigen. Es zeigt dies z. B. die ſchon oben angeführte Stelle Sylvius de le Boë's vom Jahre 1659, wonach dieſer jedesmal eine Ausſcheidung eines Metalls aus ſeiner Auflöſung in einer Säure annimmt, quoties aliud metallum praedicto acido magis affine additur solutioni. Vorzüglich berichtigte Anſichten in dieſer Beziehung finden ſich bei Boyle, und die verſchiedenen Grade der Verwandtſchaft hatte er in vielen Fällen genau beobachtet und richtig angegeben. So, um nur einige Belege anzuführen, weiß er, daß Kali das Ammoniak aus ſeinen Verbindungen austreibt, und dies findet nach ihm (Memoirs for the natural history of human blood, 1684) deßhalb ſtatt, weil die Säure zu dem fixen Laugenſalz mehr Verwandtſchaft hat, als zu dem flüchtigen (being more congruous to the fixed salt than to the volatile). Ebenſo weiß er, daß die ätzenden Alkalien die ſtärkſte Affinität haben gegen ſtarke Säuren, und daß, was in den erſteren aufgelöſt iſt, durch letztere daraus gefällt werden kann; er erklärt ſo das Ausfällen der Schwefelmilch aus der Schwefelleberlöſung. Noch mehr hierher Gehöriges von Boyle will ich verſchieben bis dahin, wo von den Beſtrebungen die Rede iſt, die Urſache der Verwandtſchaft zu beſtimmen; das eben Mitgetheilte reicht indeß ſchon hin, um einzuſehen, wie klar und richtig Boyle die Affinitätsphänomene aufgefaßt hat. Seine Beobachtungen über die charakteriſtiſche, ſich unter allen Umſtänden äußernde, Verwandtſchaft, welche gewiſſe Stoffe zu gewiſſen anderen zeigen, und wodurch ſich dieſe gegenſeitig erkennen laſſen, gehören mehr dem Bericht über die Ausbildung der analytiſchen Chemie an.

Immer mehr erweiterte ſich gegen das Ende des 17. Jahrhunderts die Kenntniß der verſchiedenen Stärke der Verwandtſchaft einzelner Subſtanzen zu einander. So erklärte ſchon der Engländer Mayow, der 1679 ſtarb, daß allgemein die Laugenſalze größere Neigung, ſich mit den Säuren zu verbinden, haben, als irgend eins der Metalle; die verſchiedene Stärke in der Verwandtſchaft der Säuren zu den Alkalien und Metallen unterſuchte Stahl im Anfange des 18. Jahrhunderts, und fand, daß unter allen Säuren die Schwefelſäure, dann die Salpeterſäure, die mächtigſten

ſeien, welche alle anderen Säuren aus ihren Verbindungen austreiben; und viele andere einzelne Beobachtungen wurden gemacht, welche die Kenntniß der Abſtufungen in der Verwandtſchaft der verſchiedenen Materien zu einander erweiterten.

Ganz beſonders wurde die Aufmerkſamkeit der Chemiker auf dieſen Gegenſtand gerichtet, als man anfing, in Tafeln die Reihenfolge auszudrücken, in welcher die Verwandtſchaft verſchiedener Stoffe zu einem und demſelben Körper ab- oder zunimmt; dieſe Verwandtſchaftstafeln wurden hauptſächlich durch St. F. Geoffroy, von 1718 an, in die Wiſſenſchaft eingeführt, wo ſie lange Zeit ein großes Anſehen behaupteten. Aufſtellung der Verwandtſchaftstafeln.

Schon Boyle hatte 1675 darauf aufmerkſam gemacht, daß Kupfer, welches Silber aus ſeinen Auflöſungen fällt, ſeinerſeits wieder durch Zink oder Eiſen aus ſeinen Löſungen abgeſchieden werden kann; es war damit eine Reihenfolge in der Anziehung der Säuren zu dieſen verſchiedenen Metallen gegeben. Vollſtändiger noch hatte Glauber ſchon 1648 die Reihenfolge angegeben, in welcher die verſchiedenen Metalle ſich an Neigung übertreffen, mit dem Queckſilber in Vereinigung zu treten. »Wenn in einer Erde Gold, Silber, Kupfer und Eiſen wären,« ſagt er, »ſo würde der Mercur erſtlich nur das Gold allein zu ſich nehmen, hernach das Silber, dann das Kupfer, zuletzt das Eiſen ganz ungern, wegen ſeiner Unreinigkeit; Zinn und Blei zwar auch gern, am allerliebſten aber das Gold.« — Stahl hatte ſchon im Anfange des 18. Jahrhunderts verſchiedene ſolcher Verwandtſchaftsreihen ziemlich vollſtändig durch Verſuche beſtimmt; ſo z. B. die des Schwefels in Bezug auf die Metalle, indem er zuſammenſtellte, daß der Schwefel durch Antimon vom Queckſilber, durch Blei vom Silber, durch Kupfer vom Blei, durch Eiſen vom Kupfer abgeſchieden werde; ebenſo die der verſchiedenen Metalle zu Säuren im Allgemeinen, wo er als die Reihenfolge, in welcher die Anziehung der Metalle zu den Säuren abnimmt, folgende angab: Zink (wird, wie er ſich ausdrückt, am leichteſten von ſcharfen Salzen angegriffen, nächſt ihm das) Eiſen, Kupfer, Blei und Zinn, Queckſilber, Silber. Für die Verwandtſchaft der Säuren zu Alkali gab er an, daß Vitriolöl die Salpeterſäure, Salpeterſäure die Salzſäure austreibt. — Ganz im Geiſt jener Zeit alſo lag es, die Verwandtſchaften der Körper unter einander allgemein in Form von Reihen darzuſtellen, und in St. F. Geoffroy's Tabellen findet ſich dies auf eine für die damalige Zeit ſehr vollſtändige und erſchöpfende Art ausgeführt.

Geoffroy's Verwandtſchaftstafeln.

St. F. Geoffroy publicirte zuerſt 1718 in den Denkſchriften der Pariſer Akademie Verwandtſchaftstafeln, in einer Einrichtung, welche lange Zeit unverändert beibehalten wurde. Er ſprach damals zuerſt auch den Satz der einfachen Wahlverwandtſchaft aus: toutes les fois, que deux substances, qui ont quelque disposition à se joindre l'une avec l'autre, se trouvent unies ensemble; s'il en survient une troisième, qui ait plus de rapport avec l'une des deux, elle s'y unit en faisant lacher prise à l'autre. Die von ihm zugleich mitgetheilten Verwandtſchaftstafeln dienten als Beiſpiele und Belege zu dieſem Satze. Jede Tafel beſtand aus einer Columne, welche überſchrieben war mit dem Namen irgend eines Stoffes. In der Columne ſelbſt waren die Körper, welche zu dieſem Stoffe Verwandtſchaft haben, in der Reihenfolge angeführt, wie ihre Verwandtſchaft zu ihm abnimmt, ſo daß alſo immer ein ſpäter genannter Stoff dem in der Aufſchrift genannten weniger verwandt iſt, als ein früher genannter, und daß jede Verbindung, beſtehend aus dem in der Aufſchrift genannten Körper und einem in der Columne genannten, zerſetzt wird durch jeden dem letzteren in der Reihenfolge der Columne vorhergehenden. Von den ſechszehn Verwandtſchaftstafeln, welche Geoffroy 1718 unter der Bezeichnung tables des rapports bekannt machte, will ich folgende als die intereſſanteſten hier einrücken.

Säuren im Allgemeinen.	Schwefelſäure.	Salpeterſäure.	Salzſäure.	Schwefel.
Fixes Alkali	Oelichtes Princip [1]	Eiſen	Zinn	Fixes Alkali
Flüchtiges Alkali	Fixes Alkali	Kupfer	Antimon	Eiſen
Abſorbirende Erden	Flüchtiges Alkali	Blei	Kupfer	Kupfer
Metalle	Abſorbirende Erden	Queckſilber	Silber	Blei
	Eiſen	Silber	Queckſilber	Silber
	Kupfer		Gold	Antimon
	Silber			Queckſilber
				Gold

[1] Unter öllichtem Princip (principe huileux) verſteht Geoffroy das Phlogiſton.

Geoffroy's Verwandtſchaftstafeln.

Fixes Alkali.	Flüchtiges Alkali.	Abſorbirende Erden.	Metalle.	Queckſilber.
Schwefelſäure	Schwefelſäure	Schwefelſäure	Salzſäure	Gold
Salpeterſäure	Salpeterſäure	Salpeterſäure	Schwefelſäure	Silber
Salzſäure	Salzſäure	Salzſäure	Salpeterſäure	Blei
Eſſig			Schwefel	Kupfer
Schwefel				Zink
				Antimon

Dieſe Art, die verſchiedene Stärke der Affinität verſchiedener Stoffe zu Einem beſtimmten auszudrücken, wurde bald ſehr beliebt. Die urſprünglichen Tafeln St. F. Geoffroy's wurden bald verbeſſert und erweitert, durch ihn ſelbſt ſchon 1720, und bald wurden in Frankreich und Deutſchland unzählige Berichtigungen und Erweiterungen verſucht. Beſonderes Anſehen unter der großen Menge von Verwandtſchaftstafeln, die im Laufe des 18. Jahrhunderts erſchienen, genoſſen nach denen Geoffroy's in Frankreich die, welche Groſſe 1730 herausgab, die von Limburg, welche von der Pariſer Akademie 1758 als Preisſchrift gekrönt und 1761 publicirt wurden, die von Demachy 1774; in Deutſchland die von Gellert 1750, von Marherr 1762, von Wenzel 1777, bis endlich in allen Ländern die von Bergman 1775 publicirten als die vollſtändigſten und richtigſten allgemein anerkannt wurden. Die Behandlungsweiſe, welche Bergman auf die Lehre von der Verwandtſchaft anwandte, unterſchied ſich in vieler Beziehung von der ſeiner Vorgänger; ſeine Unterſuchung umfaßte viel mehr alle einzelnen Umſtände, von welchen die Art des Erfolgs, von welchen die Wirkungen der Verwandtſchaftskraft abhängen; namentlich beachtete er genauer, als dies je vor ihm geſchehen war, den Einfluß der Wärme auf die Verwandtſchaft, und gerade dies war es, was ſeine Arbeiten über die Affinität von allen früheren unterſcheidet. Bevor wir die Verwandtſchaftstafeln von Bergman ſelbſt näher betrachten, wollen wir unterſuchen, wie ſich die Kenntniſſe über die Abänderung der Verwandtſchaftsgröße durch die Wärme allmälig entwickelte.

Erkenntniß des Einfluſſes der Wärme auf die Wahlverwandtſchaft.

Die Verwandtſchaftsreihe verſchiedener Körper zu Einem beſtimmten zu unterſuchen, erfordert eine Reihe von Beobachtungen, welche, unter denſelben Umſtänden angeſtellt, vergleichbare Reſultate geben. Die Körper, deren Verwandtſchaft zu einander unterſucht, oder deren verſchieden große Ver-

Erkenntniß des Einfluſſes der Wärme auf die Wahlverwandtſchaft.

wandtſchaft zu einem dritten verglichen werden ſoll, müſſen in Zuſtänden mit einander in Berührung gebracht werden, wo ſich ihre chemiſchen Wirkungen ungehindert äußern können; man muß ſie allgemein im flüſſigen Zuſtande auf einander einwirken laſſen. Es kann dies geſchehen durch Auflöſen oder durch Schmelzen; im erſteren Falle werden Verwandtſchaftserſcheinungen bei gewöhnlicher, oder doch davon nur wenig abweichender, Temperatur beobachtet, im letzteren bei erhöhter. Um die erſten Verwandtſchaftstafeln zu conſtruiren, wurden beide Wege angewandt; die Verwandtſchaftsreihe der Säuren zu den Alkalien, Erden oder Metallen beſtimmte St. F. Geoffroy, indem er dieſe Körper in Auflöſungen zuſammenbrachte (alſo für gewöhnliche Temperatur); die Verwandtſchaftsreihe des Schwefels zu den Metallen, indem er in der Hitze Metalle auf Schwefelmetalle einwirken ließ, und die dabei eintretenden Zerſetzungen beobachtete (wo er Reſultate für ſehr erhöhte Temperatur erhielt). Die auf ſo verſchiedenen Wegen gewonnenen Reſultate hielt man für vergleichbar, weil man zu jener Zeit nur ſelten verſucht hatte, dieſelben Stoffe bei ſehr verſchiedenen Temperaturen auf einander einwirken zu laſſen, und zu ſehen, ob deßungeachtet derſelbe Erfolg eintrete. Man vernachläſſigte ganz, daß die verſchiedenen Verwandtſchaftsreihen unter ſehr verſchiedenen Umſtänden erhaltene Reſultate waren; man vernachläſſigte zu unterſuchen, ob jede Verwandtſchaftsreihe bei jeder Temperatur dieſelbe iſt.

Beobachtungen, aus welchen ein Zuſammenhang zwiſchen der Temperatur und der Affinitätsgröße hervorging, waren indeß ſchon früher bekannt. Daß namentlich die Wärme einen entſchiedenen Einfluß auf die Aeußerung der Verwandtſchaft ausübt, daß viele chemiſche Wirkungen, welche Folge von Verwandtſchaft ſind, erſt bei erhöhter Temperatur eintreten, war ſo lange bekannt, als irgend chemiſche Operationen angeſtellt worden waren. Aber auch in der Beziehung, daß die Wärme nicht allein die Verwandtſchaftsäußerungen hervorrufend, ſondern auch die Stärke der Verwandtſchaften in verſchiedenem Grade bedingend wirkt, waren, wenn auch ſpäter, doch verhältnißmäßig ſchon früh, Erfahrungen gemacht, allein man ſchenkte ihnen keine Aufmerkſamkeit, wenigſtens zog man aus ihnen nicht die Folgerung, daß jede Verwandtſchaftsreihe nur für Eine Temperatur richtig iſt. — Schon Stahl, der überhaupt die Verwandtſchaftserſcheinungen richtiger beobachtete, als alle ſeine Vorgänger und die meiſten ſeiner unmittelbaren Nachfolger, hatte den Einfluß der Temperatur auf den Erfolg chemiſcher

Erkenntniß des Einfluſſes der Wärme auf die Wahlverwandtſchaft.

Zerſetzungen wohl bemerkt; er hatte beobachtet, daß die Verwandtſchaftserſcheinungen bei niederer Temperatur manchmal gerade den bei höheren Wärmegraden eintretenden entgegengeſetzt ſind. So beſchreibt er z. B. genau, wie in der Kälte das Kalomel durch Silber zerlegt wird, während in der Hitze das Hornſilber durch Queckſilber zerlegt wird. In ſeiner Schrift »Ausführliche Betrachtung und zulänglicher Beweis von den Salzen, daß ſie aus einer zarten Erde mit Waſſer innig verbunden beſtehen«, welche 1738 publicirt wurde, läßt er ſich darüber folgendermaßen aus: »Wenn man mercurium sublimatum dulcem in eine solutionem argenti legt, ſo fällt das Silber als eine cornua zu Boden, das aqua fort aber greift dagegen das Queckſilber an. — — Nun nehme ich friſches laufendes Queckſilber — —; dieſes miſche ich unter jene lunam cornuam und gebe ihm gebührlich Feuer; ſo ſteigt mir wieder ein mercurius dulcis auf, wie er zuerſt dazu gebraucht geweſen. Nun hatte gleichwohl in der erſten Arbeit das Silber von dem mercurio dulci ſein Salzweſen« (die Säure) »übernommen, — — wenn aber eine kleine anderweitige Vorbereitung« (die Wärme) »dazwiſchen kommt, ſo kehrt ſich das ganze Blatt um, und das Silber wirft ihm das vorher angehängte acidum salis wieder auf den Leib, ſo gar, daß er ſich wieder damit auf und davon packen muß.« Solche Erfahrungen, die bald ſich vervielfältigten, ließen einſehen, daß die auf der verſchieden großen Verwandtſchaft der Körper unter einander beruhenden Zerſetzungen von der Temperatur abhängig ſind, daß bei verſchiedenen Temperaturen die Zerſetzungserſcheinungen bei denſelben Körpern geradezu entgegengeſetzt ſein können. Der franzöſiſche Chemiker Baumé ſchlug deßhalb um 1773 vor, die Verwandtſchaftsreihe auf naſſem Wege von der auf trocknem Wege zu unterſcheiden, unter erſterer die zu verſtehen, welche Körper in wäſſerigen Auflöſungen zeigen, alſo die für mittlere Temperatur gültigen, unter letzterer die, welche geſchmolzene Körper zu erkennen geben. Es wurden hiernach für jeden Stoff zwei Verwandtſchaftstafeln nöthig, eine für das Verhalten der anderen Körper zu dieſem Stoffe für die Operationen auf naſſem Wege, eine andere für die Operationen auf trocknem Wege. Die Zahl der nöthigen Verſuche, um Verwandtſchaftstafeln zu conſtruiren, wurde hiernach bedeutend vergrößert, und da zugleich ſtets die Anzahl der bekannten Körper wuchs, für welche die Verwandtſchaftsreihen zu kennen von Intereſſe war, ſo mußte der Verſuch, gegen das Ende des 18. Jahrhunderts vollſtändige Verwandtſchaftstafeln

aufzuſtellen, eine der großartigſten Bemühungen ſein, der ſich nur ein äußerſt ausdauernder und geſchickter Chemiker unterziehen konnte. Einen ſolchen Verſuch, für die damalige Zeit an Wichtigkeit etwa damit vergleichbar, was in unſerer Zeit eine vollſtändige Reviſion aller Atomgewichte und Formeln ſein möchte, unternahm von 1775 an der berühmte ſchwediſche Chemiker Bergman, und das Verdienſt der Ausführung wurde durch nichts beſſer anerkannt, als dadurch, daß bis zum Anfange dieſes Jahrhunderts ſeine Arbeiten, ſeine Anſichten über Affinität unbeſtritten die angenommenen blieben.

Bergman's Verwandtſchaftstafeln.

Bergman, auf deſſen Anſichten ich noch einmal bei der hiſtoriſchen Betrachtung der Theorien über die Urſache der Verwandtſchaft zurückkommen werde, ging von dem Satze aus, daß je zwei Körper, ſeien ſie welche ſie wollen, eine Anziehung zu einander haben, welche durch eine Zahl ausgedrückt werden kann, daß aber verſchiedene Körper zu einem und demſelben andern verſchieden große Verwandtſchaften haben, was ſich dadurch äußert, daß der mehr verwandte Körper den weniger verwandten aus der eingegangenen Verbindung ausſcheidet. Die Verwandtſchaftsgröße in Zahlen ausgedrückt zu beſtimmen, gelang Bergman nicht; er gab, wie Geoffroy, nur die Reihe, in welcher die verſchiedenen Körper an Verwandtſchaft zu einem dritten abnehmen; die Tafeln ſind alſo für jede Säure z. B. ſo conſtruirt, daß alle Alkalien, Erden und Metalle darunter in der Reihe geordnet ſind, wie ſie an Verwandtſchaft zu der Säure abnehmen, ſodaß jedes darin vorkommende Alkali, Erde oder Metall alle folgenden aus ihrer Verbindung mit der Säure abſcheidet, ſelbſt aber durch jedes vorhergehende aus ſeiner Verbindung mit der Säure abgeſchieden wird. Für 59 Stoffe (Säuren und Baſen) ſtellte Bergman vollſtändige Verwandtſchaftstafeln auf; für jeden dieſer Stoffe in zwei Columnen, wovon die eine die Verwandtſchaftsreihe für niedere Temperaturen angab, für Operationen auf naſſem Wege, wo die verſchiedenen Stoffe in Auflöſungen auf einander wirken, — die andere die Verwandtſchaftsreihe für höhere Temperaturen zeigte, wo auf trocknem Wege, durch Erhitzen, operirt wird. Von ſeinen 59 Verwandtſchaftstafeln will ich hier vier mittheilen:

Bergman's Verwandtſchaftstafeln.

Schwefelſäure		Salzſäure	
auf naſſem Wege	auf trocknem Wege	auf naſſem Wege	auf trocknem Wege
Baryterde	Phlogiſton	Baryterde	Phlogiſton
Kali und Natron	Baryt	Kali und Natron	Baryterde
Ammoniak	Kali	Kalkerde	Kali
Thonerde	Natron	Bittererde	Natron
Zinkoxyd	Kalkerde	Ammoniak	Kalkerde
Eiſenoxyd	Bittererde	Thonerde	Bittererde
Bleioxyd	Metalloxyde	Zinkoxyd	Metalloxyde
Kupferoxyd	Ammoniak	Eiſenoxyd	Ammoniak
Queckſilberoxyd	Thonerde	Bleioxyd	Thonerde
Silberoxyd		Kupferoxyd	
		Wismuthoxyd	
		Queckſilberoxyd	
		Silberoxyd	

Kali		Schwefel	
auf naſſem Wege	auf trocknem Wege	auf naſſem Wege	auf trocknem Wege
Schwefelſäure	Phosphorſäure	Blei	Kali und Natron
Salpeterſäure	Boraxſäure	Zinn	Eiſen
Salzſäure	Arſenikſäure	Silber	Kupfer
Phosphorſäure	Schwefelſäure	Queckſilber	Zinn
Arſenikſäure	Salpeterſäure	Eiſen	Blei
Eſſigſäure	Salzſäure	Kali und Natron	Silber
Boraxſäure	Eſſigſäure	Ammoniak	Nickel
ſchweflige Säure		Kalkerde	Wismuth
Kohlenſäure		Oele	Queckſilber
		Aether	

Dieſe Beiſpiele mögen genügen, um zu zeigen, in welcher Art Bergman alle einzelnen Vorgänge der Verwandtſchaft unter allgemeine Ueberſichten zu bringen ſuchte. Der äußere Ausdruck, wie er die Affinitätserſcheinungen darſtellte, blieb allgemein angenommen bis an den Anfang unſers Jahrhunderts; in dem letzten Viertel des vorhergehenden war es ebenſo wichtig, bei der Unterſuchung eines jeden neu entdeckten Stoffes die Verwandtſchaftsreihe für denſelben zu beſtimmen, wie jetzt das Atomgewicht deſſelben eine unumgänglich nöthige Angabe für die chemiſche Cha-

rakteriſtik iſt. So z. B. gab Lavoiſier 1782 eine Verwandtſchaftstafel der Metalle in Bezug auf den Sauerſtoff. Die Wichtigkeit ſolcher Verwandtſchaftstafeln wurde erſt in Zweifel gezogen, als Berthollet die ganze Lehre von der Affinität einer Reviſion unterwarf, und Anſichten aufſtellte, welche den Bergman'ſchen geradezu widerſprachen. (Vergl. unten die Berthollet'ſche Lehre.)

Erkenntniß der doppelten Wahlverwandtſchaft.

Wir haben in dem Vorſtehenden die Entwicklung der Kenntniſſe über diejenigen Affinitätserſcheinungen verfolgt, welche man als Wirkungen der einfachen Wahlverwandtſchaft zu bezeichnen pflegt; wir wollen nun dazu übergehen, wie die Phänomene der doppelten Wahlverwandtſchaft nach und nach erkannt wurden. Unter dieſem Ausdrucke unterſchied die Verwandtſchaftserſcheinungen zuerſt Bergman 1775, welcher die Bezeichnungen attractio electiva simplex, duplex und multiplex einführte und erklärte. Doch waren Wirkungen der doppelten Wahlverwandtſchaft ſchon viel früher bekannt und richtig aufgefaßt worden; zuerſt auch wieder von Glauber. Wo er in dem öfters angeführten Werke novi furni philosophici (1648) von der Wirkung des Schwefelantimons auf Queckſilberſublimat bei erhöhter Temperatur ſpricht, zeigt er den Vorgang der Bildung von Zinnober und Antimonbutter folgendermaßen: »Wenn der mercurius sublimatus mit antimonio« (Schwefelantimon) »vermiſcht die Hitze empfindet, ſo greifen die spiritus, welche bei dem mercurio sublimato ſein, den antimonium lieber an, und laſſen alſo den mercurium wieder fallen, und ſteigt alſo ein dick oleum über; der sulphur antimonii aber conjungirt ſich mit dem mercurio vivo, und giebt einen Zinnober, welcher im Hals der Retorte bleibt.«

Wir finden alſo ſchon bei Glauber vollkommne Einſicht in den Vorgang, der bei Zerſetzungen durch doppelte Wahlverwandtſchaft ſtattfindet. Viele einzelne Fälle, die darauf beruhten, wurden bekannt, aber das Complicirtere des Vorgangs verhinderte, über die Erſcheinungen der doppelten Wahlverwandtſchaft ebenſo allgemeine Ueberſichten aufzuſtellen, als es für die der einfachen in den Verwandtſchaftstafeln möglich war. Selbſt Bergman ſtellte für dieſe Fälle keine umfaſſenderen Ueberſichten auf, ſondern begnügte ſich in ſeinem Werke über die Verwandtſchaft in 64 einzelnen Beiſpielen die Wirkungen der doppelten Wahlverwandtſchaft anzugeben, und den Vorgang in der Art allgemein zu erläutern, daß hier nicht

nur die einzelnen Verwandtſchaftsgrößen der verſchiedenen Stoffe zu einander zu berückſichtigen ſeien, ſondern die Summe der eine Zerſetzung hervorrufenden Affinitäten, verglichen mit der Summe der Verwandtſchaftsgrößen, welche den bereits in Verbindung geweſenen Beſtandtheilen unter einander zukommt. Erſt Guyton de Morveau unternahm es 1786, auch dieſe Erſcheinungen der damals beliebten tabellariſchen Form zu unterwerfen. Sein Endzweck dabei war, den Hergang bei ſolchen Zerſetzungen dadurch anſchaulich zu machen, daß er für die ſich zerſetzenden Verbindungen die Größe der Verwandtſchaft aller darin enthaltenen Beſtandtheile zu einander durch Zahlen ausdrückte, welche empiriſch, durch Tatonniren, ſo gewählt waren, daß die Summe der Verwandtſchaften der Beſtandtheile in den nach der Zerſetzung ſich bildenden Verbindungen größer iſt, als die Summe der Verwandtſchaft der Beſtandtheile in den vor der Zerſetzung beſtanden habenden. Er gab folgende Tabelle für die Affinitätsgröße zwiſchen den nachbenannten Säuren und Baſen.

Erkenntniß der doppelten Wahlverwandtſchaft.

	Schwefelſäure.	Salpeterſäure.	Salzſäure.	Eſſigſäure.	Kohlenſäure.
Baryt	66	62	36	29	14
Kali	62	58	32	26	9
Natron	58	50	28	25	8
Kalk	54	44	20	19	12
Ammoniak . . .	46	38	14	20	4
Bittererde . . .	50	40	16	17	6
Thonerde	40	36	10	15	2

Der Nutzen dieſer Tafel, welche ihrem Verfaſſer wegen der Menge der zu berückſichtigenden Beobachtungen und des unſichern Taſtens in der Wahl der Zahlen viele Mühe gekoſtet haben mag, blieb immer ſehr eingeſchränkt. Sie konnte höchſtens dazu dienen, eine Vorſtellung zu geben, in welcher Art die Zerſetzungen durch doppelte Wahlverwandtſchaft vor ſich gehen, ohne daß die Zahlen ſelbſt als Maaß der Affinitäten zu betrachten waren. So z. B. konnte man mittelſt der angegebenen Zahlen deutlich machen, weßhalb bei Vermiſchung von eſſigſaurem Baryt mit ſchwefelſaurem Kali eine Zerſetzung eintritt, und ſchwefelſaurer Baryt und eſſigſaures Kali gebildet wird. Die Summe der Affinitäten, womit die beiden erſteren Salze zuſammengehalten werden, iſt 29 + 62 = 91; die Summe der

Erkenntniß der doppelten Wahlverwandtſchaft.

Affinitäten aber, womit ſich die beiden letzteren Salze zu bilden ſuchen, iſt 66 + 26 = 92; die Affinitäten, welche die Bildung neuer Verbindungen veranlaſſen, ſind alſo ſtärker als die, welche die bisher beſtandenen Verbindungen zuſammenhalten; es muß alſo Zerſetzung eintreten. — Aber daß die angegebenen Zahlen nicht in jeder Beziehung der Erfahrung entſprechen, vielmehr mit ihr im Widerſpruch ſtehen, ergiebt ſich bei einiger Prüfung leicht, und man ſah bald ein, daß auf dieſe Art ſich keine allgemeine Ueberſicht und Erklärung der bei Erſcheinungen der doppelten Wahlverwandtſchaften wirkſamen Affinitätsgrößen aufſtellen läßt.

Wir ſehen nun, gegen das Ende des achtzehnten Jahrhunderts, die empiriſche Erkenntniß der Affinitätserſcheinungen und die empiriſche Zuſammenſtellung derſelben unter allgemeineren Formen ſo weit vorgeſchritten, daß wir den Zuſtand unſerer jetzigen Erfahrungen darüber ungezwungen daran anreihen können. Zu dem genannten Zeitpunkt waren alſo bereits, was Wahlverwandtſchaftsphänomene angeht, die verſchiedenen Kategorien, unter welche dieſe zerfallen, erkannt und unterſchieden; die von da an gemachten Erfahrungen haben die Zahl der Beiſpiele vermehrt, ohne zur Aufſtellung einer neuen Eintheilung Anlaß gegeben zu haben, wie denn überhaupt die ſpäteren Unterſuchungen über Affinität ſich hauptſächlich mit den Urſachen der Affinitätserſcheinungen beſchäftigt haben und mit der Erforſchung der Wirkungen dieſer Kraft, was die Gewichtsverhältniſſe der vermöge ihrer ſich zu chemiſchen Verbindungen vereinigenden Körper angeht.

Erkenntniß anderer Arten der Verwandtſchaft.

Ehe wir zu der Betrachtung übergehen, welche theoretiſche Anſichten auf die im Vorſtehenden angeführten Erfahrungen angewandt wurden, wollen wir noch unterſuchen, wann einige andere Verwandtſchaftserſcheinungen, die als beſondere Arten der Affinität unterſchieden wurden, zuerſt beobachtet und als eigenthümlich erkannt wurden.

Affinitas aggregatorum und mixtionis.

In der erſten Hälfte des vorigen Jahrhunderts unterſchied man eine affinitas aggregatorum von der affinitas mixtionis oder der eigentlichen chemiſchen Verwandtſchaft; unter der erſteren verſtand man die Anziehung zwiſchen den einzelnen (unter ſich homogenen) Theilchen deſſelben Körpers, und die Benennung war ſomit eine ſehr uneigentliche; was die letztere, die affinitas mixtionis angeht, ſo wurden bei erweiterter Erfahrung bald Fälle bekannt, welche zur genaueren Bezeichnung einzelner Arten derſelben hinleiteten.

Schon 1727 unterſchied der kurſächſiſche Bergrath Joh. Friedr.

Henkel von der Verwandtſchaft im Allgemeinen, vermöge deren ſich zwei verſchiedene Körper zu einem eigenthümlichen Ganzen vereinigen, den ſpeciellen Fall, wo ein Körper A mit einem andern B zwar nicht unmittelbar vereinigt werden kann, aber doch mittelſt Beihülfe eines dritten Körpers C, der zu A und B Verwandtſchaft hat. Dieſen Fall unterſchied er als durch eine eigene Art der Verwandtſchaft, die affinitas appropriata, hervorgebracht, und ſchrieb ein eigenes Buch darüber »de appropriatione« (1727); den Körper C nannte er das corpus approprians. Eine ſolche affinitas appropriata fände z. B. Statt, wenn man Harze, die an und für ſich in Waſſer unlöslich ſind, in ſtarkem (aber doch waſſerhaltigem) Weingeiſt löſt. Der Weingeiſt iſt hier das corpus approprians. — Die meiſten Beiſpiele, welche Henkel angiebt, gehören eigentlich nicht hierher; ſo führt er das Auflöſen der Oele oder des Schwefels in Waſſer, welches Kali enthält, an, was mir nach unſeren jetzigen Begriffen nicht dahin zu paſſen ſcheint. Affinitas appropriata.

Die Unterſcheidungen, welche Bergman hinſichtlich der verſchiedenen Arten von Verwandtſchaft machte, habe ich bereits (Seite 302) erwähnt. Er unterſchied 1775 die attractio electiva simplex von der attractio electiva duplex, die einfache und doppelte Wahlverwandtſchaft. — Um ſolche Wahlverwandtſchaftserſcheinungen zu erklären, bedient man ſich noch öfters der Unterſcheidung zwiſchen ruhender und zerſetzender Verwandtſchaft; dieſe Eintheilung und Bezeichnung führte Kirwan 1781 ein; er bezeichnete als ruhende Verwandtſchaft die Kraft, mit welcher die Beſtandtheile einer Verbindung ihrer Trennung widerſtehen, als zerſetzende oder trennende aber die Kraft, womit ein anderer Körper Einen Beſtandtheil dieſer Verbindung anzieht und Zerſetzung zu bewirken ſucht. Einfache — doppelte Wahlverwandtſchaft.

Wichtig iſt noch die Art von Verwandtſchaft, auf welche Macquer 1778 zuerſt aufmerkſam machte, nämlich die affinité reciproque, affinitas reciproca, die wechſelſeitige Wahlverwandtſchaft, die ſich dann zeigt, wenn zwei Stoffe A und B zu einem dritten C beinahe gleich große Affinität haben, ſo daß unter nur wenig verſchiedenen Umſtänden, z. B. je nach der Temperatur, bald A von C durch B, bald B von C durch A abgeſchieden wird. Fälle, welche man hierher rechnen kann, waren ſchon länger bekannt, wie aus der Seite 299 angeführten Beobachtung Stahl's über die Verwandtſchaft des Silbers und des Queckſilbers zur Salzſäure hervorgeht, aber Macquer hat zuerſt auf das Eigenthümliche dieſer Verwandtſchafts- Wechſelſeitige Wahlverwandtſchaft.

erſcheinungen aufmerkſam gemacht, und die von ihm gegebene Bezeichnung iſt immer noch im Gebrauch.

Affinitas producta. Eine Verwandtſchaftsart, deren jetzt ſeltner, aber doch noch manchmal, als einer eigenthümlichen erwähnt wird, iſt die affinitas producta, welche im Jahre 1794 von Gren zuerſt hervorgehoben wurde. Er nahm ſie für den Fall an, wo eine Materie A zu einem zuſammengeſetzten Körper B C Verwandtſchaft hat, ohne daß A mit B oder mit C vereinbar wäre.

Prädisponirende Wahlverwandtſchaft. Noch mehrere andere eigenthümliche Verwandtſchaftsarten wurden zu verſchiedenen Zeiten von verſchiedenen Gelehrten aufgeſtellt, ohne daß es indeß der Mühe werth wäre, ſie ſämmtlich hier aufzuzählen. Nur Eine davon, welche noch immer als eigenthümlich anerkannt wird, habe ich noch anzuführen, die prädisponirende Wahlverwandtſchaft nämlich. Fourcroy und Vauquelin unterſchieden zuerſt eine affinité disposante, die nach ihrer Definition dann ſtatthat, wenn ein Körper chemiſche Action ausübt durch Affinität zu einer Verbindung, die nicht ſchon gebildet, ſondern nur ihren entfernteren Beſtandtheilen nach in dem Gemiſche vorhanden iſt. Obgleich zu verſchiedenen Zeiten eingewandt wurde, daß ein Körper unmöglich Verwandtſchaftskraft auf einen andern noch nicht vorhandenen, erſt noch durch dieſe Verwandtſchaftskraft zu bildenden, ausüben könne, ſo wird doch im Allgemeinen das Statthaben einer prädisponirenden Verwandtſchaft von den Chemikern noch angenommen.

Soweit hatte ſich bis zu dem Ende des achtzehnten Jahrhunderts die empiriſche Kenntniß und Auffaſſung der Verwandtſchaftserſcheinungen herangebildet. Bis zu dieſer Zeit bildet die empiriſche Bearbeitung die Hauptrichtung in der Erforſchung dieſer Erſcheinungen. Von dieſem Zeitpunkt an aber greift die theoretiſche Betrachtungsweiſe in die Unterſuchungen über die Affinität ſo tief ein, daß, um den weiteren Gang dieſer zu verfolgen, wir den aufgeſtellten theoretiſchen Anſichten hauptſächliche Aufmerkſamkeit widmen müſſen. Wie die theoretiſche Betrachtung ſich allmälig entwickelt, wie ſie von dem angegebenen Zeitpunkt an in den Unterſuchungen über Affinität vorherrſcht, mag nun gezeigt werden.

Theorien über die Urſache der Verwandtſchaftserſcheinungen.

Anſichten über die Urſache der Verwandtſchaft.

Was die Urſache der Verwandtſchaft angeht, ſo findet ſich vor dem 17. Jahrhundert keine Theorie nur irgend deutlich ausgeſprochen. Die ältere Meinung, die ich bereits im Vorhergehenden, Seite 286, berührt habe, daß Verwandtſchaft auf einer Aehnlichkeit beruhe, die Erſcheinungen der Verwandtſchaft darauf, daß Gleiches ſich mit Gleichem zu verbinden trachte, wurde nie weiter ausgeführt. Die erſte Theorie über das Weſen der Verwandtſchaft findet ſich bei Boyle.

Boyle's Anſichten.

Dieſer Chemiker huldigte bereits der Anſicht, daß alle Körper aus kleinſten Theilchen beſtehen, von deren Anziehung zu einander die Verbindungs- und Zerſetzungserſcheinungen abhängen. Je mehr Affinität zwei Körper zu einander haben, um ſo ſtärker ziehen ſich ihre kleinſten Theilchen an, um ſo näher legen ſie ſich bei der Verbindung an einander. Wie Boyle ſich hiernach die Verwandtſchaftsphänomene erklärt, ergiebt ſich recht gut aus ſeiner Darſtellung des Vorgangs, wenn Zinnober mit Kali erhitzt wird. Dieſen ſtellt er ſich in ſeinen Considerations and experiments touching the origin of qualities and forms (1664 zuerſt gedruckt) ſo vor, as when the corpuscles of sulphur and mercury do by a strict coalition associate themselves into the body we call vermilion, though these will rise together in sublimatory vessels without being divorced by the fire, and will act in many cases as one physical body; yet it is known enough among chymists, that if you exquisitely mix with a due proportion of salt of tartar, the parts of the alcali will associate themselves more strictly with those of sulphur, than these were before associated with those of mercury, whereby you shall obtain out of the cinnabar, which seemed intensely red, a real mercury.

Boyle's Anſichten. Hiernach war ſich Boyle offenbar einer ziemlich ausgebildeten Corpuscular-theorie bewußt, die er (ſiehe Atomiſtiſche Theorie) auch ſonſt vertheidigte, und leitete die Affinitätserſcheinungen von einer Verſchiedenheit in der Größe der Attraction der kleinſten Theilchen ab; doch führte er dieſe ſeine Anſicht nicht ſpecieller aus. Er äußerte ſich noch (in ſeiner Schrift on the usefulness of experimental philosophy), daß möglicher Weiſe allen Körpern nur eine und dieſelbe ausgedehnte, theilbare und undurchdringliche Urmaterie zu Grunde liege, und daß die Verſchiedenheit, welche wir an ihnen wahrnehmen, nur Folge der ungleichen Größe, Geſtalt, der Ruhe oder Bewegung, und der gegenſeitigen Lage der Atome ſei. (Vergl. noch unten in dem Abſchnitt über chemiſche Verbindungen.) In der Verſchiedenheit der Geſtalt der kleinſten Theilchen ſuchte Boyle auch den Grund, weßhalb der eine Stoff durch ein Löſungsmittel angegriffen wird, der andere nicht; ſo meint er (in den experiments and observations upon colours), die Urſache der Unlöslichkeit des Goldes in Salpeterſäure, die doch das Silber auflöſt, ſei der Umſtand, daß die Partikeln der Säure zwar in die Zwiſchenräume des Silbers eindringen können, aber nicht in die des Goldes.

Becher's Anſichten. Von den auf Boyle zunächſt folgenden Chemikern haben wir hier Becher's, N. Lemery's und Stahl's zu erwähnen. Becher bezeichnet die Neigung der Säuren und Laugenſalze, ſich unter einander zu verbinden, als eine Art Magnetismus, ohne ſich näher darüber zu erklären.

Lemery's Anſichten. Lemery erörtert ausführlicher, wie man ſich das Entſtehen der chemiſchen Verbindungen daraus erklären könne, daß der eine der Beſtandtheile mit feinen Spitzen in die Poren des andern eingreife. Seine Anſichten darüber verdienen hier ihrer Eigenthümlichkeit wegen eine nähere Betrachtung; ich theile deßhalb aus ſeinem Cours de Chymie (1675) die Theorie der Fällung des Silbers durch Kupfer mit. Er ſagt: Quand on met du cuivre dans la dissolution d'argent, l'eau forte quitte l'argent à mesure qu'elle dissout le cuivre. Quelques-uns prétendent expliquer cette précipitation, en disant que comme ces mixtes ont des pores plus accomodez les uns que les autres à la figure des pointes de l'eau forte, elle est en état d'abandonner le prémier pour dissoudre le dernier. Mais il semble que par ce raisonnement il voudraient donner de l'intelligence aux pointes de l'eau forte; car pourquoy ces pointes qui dans la dissolution de l'argent s'estoient embarassées dans les particules de ce métal, et qui les tenaient suspendues, quittent elles ces petits

corps pour aller s'introduire dans le cuivre; c'est ce qu'on ne peut expliquer par cela seul, à moins qu'on ne suppose que l'eau forte soit douée de raison. — Je crois qu'on ne peut mieux éclaircir cette difficulté, qu'en disant que le Phlegme de la dissolution détache des petits corps du cuivre, lesquels nagent dedans la liqueur, et comme ces petits corps rencontrent les pointes de l'eau forte chargée de particules de l'argent, ils les choquent et les ébranlent en sorte qu'ils les rompent, d'où vient la précipitation de l'argent; car les pointes qui le suspendent étant rompues, et le phlegme n'estant pas assez fort pour le soustenir, il doit se précipiter par sa propre pésanteur. Pour ce qui est de la dissolution du cuivre, elle se fait ensuite par la force qui reste à l'eau forte; car quoy que le plus subtile des pointes de ce dissoluant soit rompu, il est encore assez aigu pour pénétrer le plus dissoluble du cuivre, et pour faire l'eau seconde. Ebenſo erklärt er aus der verſchiedenen Dicke der Säurepartikeln, weßhalb Salzſäure in der kalt bereiteten Queckſilberſolution einen Niederſchlag giebt: Le sel ou son esprit, qui est composé de pointes plus grossières ou moins delicates que celles de l'esprit de nitre, tombant sur cette dissolution, il choquera, il ébranlera et il rompra facilement les pointes chargées du corps de mercure, et il leur fera lâcher prise, d'où vient que le mercure se précipite par sa propre pésanteur. Er fügt hinzu: On peut expliquer par ce mesme raisonnement, pourquoy le plomb dissout dans le vinaigre est précipité par l'esprit de vitriol ou par l'esprit de sel. Lemery's Anſichten.

So erklärte Lemery alle Auflöſungen, alle Fällungen. Keiner ſeiner Zeitgenoſſen führte ſeine Anſichten über das Weſen der Verwandtſchaft ſo conſequent durch wie er; Stahl z. B. ſchließt ſich zwar mehr an Boyle's Stahl's Anſichten. Vorſtellung an, indem auch er eine Aneinanderlagerung der kleinſten Theilchen der Beſtandtheile bei der Bildung der chemiſchen Verbindung annimmt, allein er geht nicht weiter auf die ſpecielle Anwendung dieſer Anſicht ein.

Der nächſte Gelehrte, welcher die Affinitätserſcheinungen wieder unter einem theoretiſchen Geſichtspunkte genauer betrachtet, iſt Newton[1]), der

1) Iſaac Newton war 1642 zu Woolſthorpe, einem kleinen Dorfe in Lincolnſhire, geboren. Früh entwickelte ſich in ihm ein bedeutendes mechaniſches Talent; die Unterſtützung eines Verwandten ſetzte ihn in den Stand, 1660

Newton's Anſichten. in ſeinen Opticks (1701 erſchienen) mehrere dahin gehörige Fälle berührt. Auch er betrachtet als Urſache derſelben Attraction zwiſchen den kleinſten Theilchen. »Iſt das Zerfließen des Weinſteinſalzes,« fragt er in den Opticks, »nicht durch eine Attraction zwiſchen den ſaliniſchen Partikeln und den Waſſerdämpfen der Atmoſphäre hervorgebracht? Warum zerfließt das gemeine Salz, der Salpeter und der Vitriol nicht, wenn nicht deßhalb, weil ihnen eine ſolche Attractionskraft abgeht?« So iſt es nach Newton Attraction zwiſchen den Vitriolölpartikeln und den Waſſerpartikeln, welche verurſacht, daß das erſtere das letztere aus der Luft anzieht; es iſt die größere Attraction des Vitriolöls zum fixen Alkali, welche macht, daß dadurch aus Salpeter und Kochſalz Säuren ausgetrieben werden. Auflöſung findet nach Newton Statt, wenn die kleinſten Theilchen eines Körpers zu denen des Auflöſungsmittels mehr Attraction haben, als dieſe unter ſich; die Säuren ſind nach ihm Körper, welche mit beſonders ſtarker Attractionskraft begabt ſind. Dies alles könnte nur als Umſchreibung der reinen Erfahrung gelten; wichtiger iſt, daß Newton ausſprach, ſolche chemiſche Attraction zwiſchen zwei Subſtanzen habe nie einſeitig, ſondern immer gegenſeitig Statt, und daß er die chemiſche Attraction von der allgemeinen Anziehungskraft (der Schwerkraft) als verſchieden unterſchied. Er glaubte namentlich, daß die erſtere in einem größeren Verhältniß zunehme bei Verminderung des Abſtandes, als die letztere.

St. F. Geoffroy, welcher ſich 1718 ſo viel mit Verwandtſchaftserſcheinungen beſchäftigte, hat hinſichtlich der theoretiſchen Erklärung derſelben nichts geäußert; er blieb nur bei der Erfahrung ſtehen.

Boerhave's Anſichten. Boerhave, deſſen 1732 erſchienene Elementa chemiae ſonſt manches Ausgezeichnete für die Lehre von der Verwandtſchaft enthalten (inſofern Verwandtſchaft die Erſcheinungen bei der Vereinigung heterogener Stoffe bedingt, welche er unter der Lehre von den Löſungsmitteln ausführlich beſpricht), hat über die Urſache der Verwandtſchaft nur wenig mitgetheilt. Das Beſtreben der verſchiedenen Körper, ſich zu vereinigen, ſchreibt er einer eigenthümlichen ihnen einwohnenden Kraft zu, die er als amor oder amicitia definirt.

---

die Univerſität Cambridge zu beziehen, wo er ſich vorzüglich mathematiſchen Studien hingab. 1666 ungefähr begann er ſeine mathematiſch-aſtronomiſchen Unterſuchungen, die ihm den Ruhm eines der ausgezeichnetſten Forſcher aller Zeiten geſichert haben. Er wurde 1696 Profeſſor der Mathematik zu Cambridge, 1697 Vorſteher der Münze zu London. Er ſtarb 1727.

Einen ganz mechaniſchen Vorgang erkennt er bei der Auflöſung namentlich nicht an. Non actiones mechanicae, non propulsiones violentae, non inimicitiae cogitandae, sed amicitia, si amor dicendus copulae cupido. Und er hebt noch beſonders hervor, daß die Verwandtſchaft wechſelſeitig iſt. Nonne evidenter cernitis, ſagt er zu ſeinen Zuhörern, wo von der Auflöſung des Goldes in Königswaſſer die Rede iſt, hic inter unamquamque auri, et aquae regiae, particulam, virtutem quandam mutuam, qua auri pars illam, haec vero auri particulam amat, unit, retinet? Ueber die Urſache, weßhalb ein Körper den andern auflöſt, drückt er ſich nur dunkel aus. Menstrua agunt solo motu, ſagt er, und beweiſt dann, daß die Zertheilung des aufzulöſenden Stoffes, welche bei der Auflöſung eintritt, keine mechaniſche und deßhalb auch keine auf mechaniſchen Urſachen beruhende ſein könne. Man könne es zwar Auflöſung nennen, wenn eine Kugel von Töpferthon in Waſſer gelegt ſich darin in höchſt feine Theilchen zertheile, wenn das Waſſer zum Kochen gebracht werde, und eine ſolche Auflöſung wolle er als mechaniſche anerkennen, aber das ſei doch etwas anderes als eine chemiſche Auflöſung, wo nach dem Erkalten kein Abſetzen, keine Zerlegung, ſtattfinde, wo eine Verbindung ſtattgefunden habe, die dauernd ſei. — Uebrigens ſcheint ſich doch Boerhave's Anſicht der Corpusculartheorie Boyle's zu nähern, wie z. B. auch die oben Seite 289 mitgetheilte Stelle ſchließen läßt. Indeß iſt von ihm nichts Näheres über die Art der Aggregirung der kleinſten Theilchen mitgetheilt, ebenſo wenig als in Boyle's Schriften ſelbſt; auch Newton's theoretiſche Anſichten ſind von Boerhave zwar kurz erwähnt, aber nicht anerkannt. Hinſichtlich der theoretiſchen Anſicht über das Weſen der Verwandtſchaft hat alſo Boerhave nichts Weſentliches den früheren Meinungen hinzugefügt. Boerhave's Anſichten.

Newton's Meinung fand Widerſpruch bei Buffon [1]), der die Attraction der Partikeln, welche die Affinitätserſcheinungen hervorbringt, als identiſch mit der allgemeinen Anziehungskraft, der Gravitation, be- Buffon's Anſichten.

[1]) Georges Louis Leclerc Graf von Buffon, war zu Montbar in Burgund 1707 geboren, wo ſein Vater, Benjamin Leclerc, als Pariamentsrath lebte. Nach einer ausgezeichneten Erziehung wandte er ſich dem Studium der Geometrie, Phyſik und Ruraiökonomie beſonders zu; die Pariſer Akademie ernannte ihn 1733 zu ihrem Mitglied. Auf die Naturgeſchichte concentrirte Buffon ſeine Kräfte, nachdem er 1739 zum Intendanten des Jardin des plantes ernannt worden war; von 1749 an datirt die Herausgabe ſeiner

Buffon's Anſichten. trachtete. Seine Anſichten, wie ſie ſich in ſeinen 1778 erſchienenen Epoques de la nature dargeſtellt finden, gingen darauf hinaus, daß die kleinſten Theile der verſchiedenen Stoffe eine verſchiedene Geſtalt beſitzen, daß je nach der verſchiedenen Geſtalt ihre Schwerpunkte ſich mehr oder weniger nähern können, und daß hiervon die Verſchiedenheit in der Stärke der Verwandtſchaft zwiſchen verſchiedenen Körpern abhängt. Nach dieſer Anſicht ſollte auf die Form der Partikeln alles ankommen, und ſogar Gleichheit des Urſtoffes bei den Partikeln aller Körper wurde, wie bei Boyle, für möglich erachtet, indem die Verſchiedenheit der Geſtalt hinreiche, um alle Phänomene zu erklären.

Bergman's Anſichten. Bergman, der von 1775 an ſich mit der Unterſuchung der Affinität beſonders beſchäftigte, und durch ſeine vielfachen Verſuche und richtigen Beobachtungen ſich hinſichtlich dieſes Gegenſtandes eine große Autorität erwarb, ſchloß ſich in ſeinen theoretiſchen Anſichten mehr an die Vorhergehenden an. Auch er nahm an, daß der Anziehung der Atome zu einander (der Affinität) ſehr wohl die allgemeine Schwerkraft zu Grunde liegen könne, daß die Attraction der Atome zu einander aber anderen Geſetzen unterworfen ſei, als bei den übrigen Gravitationserſcheinungen gültig ſind, wegen der verſchiedenen Geſtalt der Atome und wegen ihrer verſchiedenen Stellung. Je nach der verſchiedenen Form der Atome zweier Körper und je nach ihrer gegenſeitigen Stellung iſt nun auch die Attraction zwiſchen den Atomen dieſer beiden Körper, die Affinität, verſchieden. Alle Körper haben Attraction zu einander, aber je zwei verſchiedene Paare von Körpern äußern dieſe Attraction in verſchiedener Stärke. Unter mehreren Materien wird alſo nur die eine oder die andere von einer gegebenen dritten Materie zur Verbindung angezogen werden, nämlich die, deren Atome mit den Atomen der dritten Materie durch den gegenſeitigen Einfluß der Form und Stellung die größte Attraction hervorbringen. — Weil dieſer Anſicht gemäß gewiſſermaßen mit Auswahl angezogen wird, ſchlug Bergman die Bezeichnung attractio electiva vor, was im Deutſchen allgemein mit Wahlverwandtſchaft wiedergegeben wurde.

---

großen Histoire naturelle, zu welcher er ſpäter noch Supplementbände ſchrieb, von denen der fünfte (1778 erſchienen) die oben erwähnten Epoques de la nature enthält. — Von Ludwig XV. wurde Buffon in den Grafenſtand erhoben; er ſtarb 1788.

Bergman's Anſichten.

Nach Bergman iſt übrigens die Attraction zwiſchen den Atomen von zwei gewiſſen Körpern eine ganz beſtimmte Größe, die im Allgemeinen conſtant iſt, ſo lange nicht andere influirende Umſtände, z. B. bedeutende Temperaturerhöhung, eine Aenderung bedingen. Eben weil Bergman die Verwandtſchaft zwiſchen zwei beſtimmten Materien für unveränderlich hielt, glaubte er, die Erſcheinungen, die bei der Einwirkung verſchiedener Körper eintreten, ließen ſich mit Gewißheit vorausbeſtimmen, wenn man alle Attrgctionen der verſchiedenen Materien unter einander der Größe nach kenne. Die relative Größe der Affinität verſchiedener Subſtanzen zu einer dritten beſtimmte Bergman nach Geoffroy's Methode durch Zerſetzung, ſo daß eine Subſtanz, welche eine zweite aus ihrer Verbindung mit einer dritten austreibt, zu dieſer dritten mehr Verwandtſchaft hat, als die zweite. Auf dieſe Art erhielt er die ſchon oben (Seite 301) mitgetheilten Verwandtſchafstafeln, welche die Reihenfolge der Affinitäten verſchiedener Körper zu Einem beſtimmten angeben. Bergman glaubte indeß auch noch auf andere Weiſe die verſchiedene Größe der Verwandtſchaft zwiſchen verſchiedenen Stoffen ausmitteln zu können, namentlich was die Verwandtſchaft zwiſchen Säuren und Baſen betrifft. Er wußte, daß ſämmtliche Verbindungen nur nach Einem oder doch nur nach ſehr wenigen feſten Mengenverhältniſſen der Beſtandtheile ſtattfinden, daß z. B. die Menge Baſis, welche nöthig iſt, um eine beſtimmte Menge derſelben Säure zu ſättigen und damit ein neutrales Salz zu bilden, unveränderlich ſtets dieſelbe iſt. Er ſuchte die verſchiedenen Quantitäten verſchiedener Baſen zu beſtimmen, die durch dieſelbe Quantität einer Säure neutraliſirt werden, und er glaubte einen allgemeinen Zuſammenhang zwiſchen der Affinitätsgröße zweier Körper (einer Säure und einer Baſis) unter einander, und dem Quantitätsverhältniß, in welchem ſie ſich neutraliſiren, aufgefunden zu haben. Unter dem Namen eines chemiſchen Paradoxons ſtellte er den Satz auf, daß, je ſtärker die Verwandtſchaft einer Materie ſei, um ſo weniger von einer andern Materie zu ihrer Sättigung erfordert werde [1]; eine Be-

---

[1] Bergman wurde auf dieſen Satz zuerſt durch einen Ausſpruch Scheffer's geleitet, deſſen Vorleſungen der Erſtere 1775 herausgab (vergl. Seite 70 dieſes Theiles). In Beziehung auf die am eben angeführten Orte mitgetheilten Verſuche ſagte Scheffer: »die Alkalien erfordern zu ihrer Sättigung mehr von den ſtärkeren und ſchwereren, als von den ſchwächeren und leichteren

Bergman's Anſichten. hauptung, deren Folgerungen ihm durch die Reſultate ſeiner Analyſen gerechtfertigt zu ſein ſchienen. Als Folgerungen gehen die Sätze hervor: eine Baſis erfordert zu ihrer Sättigung eine um ſo größere Menge Säure, je größer ihre Verwandtſchaft zu dieſer Säure iſt, — und: eine Säure erfordert zu ihrer Sättigung eine um ſo größere Menge Baſis, je größer ihre Verwandtſchaft zu dieſer Baſis iſt. Zum Beweis der Richtigkeit dieſer Sätze ſtellte Bergman die von ihm gefundenen Zuſammenſetzungen auf, welche er indeß alle unrichtig angab, wie man es erwarten muß, da ſeine Analyſen faſt die erſten waren, die jemals angeſtellt wurden. So erfordern nach Bergman zur Neutraliſation (ich füge zur Beurtheilung der Genauigkeit ſeiner Analyſen die richtigen Beſtimmungen in Klammern bei)

100 Gewichtstheile Kali:				100 Gewichtstheile Natron:		
78,5 Gewichtsth.	Schwefelſäure	(85)	177	Gewichtsth.	Schwefelſäure	(128)
64 »	Salpeterſäure	(114)	135,5	»	Salpeterſäure	(172)
51,5 »	Salzſäure	(58)	125	»	Salzſäure	(87)

Nach Bergman's Angaben würden hier allerdings die Säuren der Quantität nach, in welcher ſie daſſelbe Gewicht Baſis neutraliſiren, in der nämlichen Reihenfolge ſtehen, in welcher ſie ſich auch der Affinität nach ordnen; allein eine Vergleichung ſeiner Angaben mit den wahren Verbindungsverhältniſſen zeigt die große Unrichtigkeit der erſteren. Sobald auch die chemiſche Analyſe etwas an Vervollkommnung zunahm, mußten die Widerſprüche zwiſchen den obigen Behauptungen Bergman's und der Erfahrung an's Licht kommen, und bei keinem von denen, welche ſich nach Bergman mit der Unterſuchung der Affinität beſchäftigten, finden wir dieſe Meinungen unverändert adoptirt. Von dieſen ſpäteren Gelehrten wurden die verſchiedenartigſten Methoden in Vorſchlag gebracht, die Verwandtſchaftsgröße in Zahlen noch auf anderem Weg als aus den Verwandtſchaftstafeln abzuleiten; wir wollen zuerſt die Meinung Kirwan's näher betrachten, da ſich ſeine Unterſuchungen an die Bergman's in der Art anſchließen, daß auch er aus dem Mengenverhältniß, in welchem ſich zwei Körper verbinden, auf die Größe der Verwandtſchaft zwiſchen dieſen beiden Körpern zu ſchließen ſuchte.

Säuren.« An dieſe Aeußerung knüpfen ſich die Seite 71 dieſes Bandes erwähnten Verſuche Bergman's und ſeine oben angeführten theoretiſchen Unterſuchungen.

Kirwan war der unmittelbare Nachfolger Bergman's ſowohl Kirwan's Anſichten.
was die Unterſuchungen über die Verwandtſchaftsreihen als auch was die Ausmittelung der quantitativen Zuſammenſetzung chemiſcher Verbindungen angeht; hinſichtlich der erſteren konnte er den zahlreichen und genauen Beobachtungen Bergman's nur wenig hinzufügen, was aber die Beſtimmung der Zuſammenſetzung angeht, übertraf er ſeinen Vorgänger weit an Genauigkeit der Reſultate, wie ſich aus den gleich mitzutheilenden Beſtimmungen von ihm ergiebt, und außerdem in dem Abſchnitt »analytiſche Chemie« ausführlicher erörtert iſt. — Kirwan ſtimmte, was die Attraction der Atome als Urſache der Affinität angeht, mit Bergman überein; in den Schlußfolgerungen aber, welche aus ſeinen Analyſen hinſichtlich der Abhängigkeit der Affinitätsgröße von dem Verbindungsverhältniß abzuleiten er ſich für berechtigt hielt, wich er theilweiſe von demſelben ab. Mit Bergman übereinſtimmend glaubte er, die Affinität einer Baſis zu einer Säure ſei um ſo größer, je mehr von der Baſis ſich mit der Säure bei der Neutraliſation vereinigt; aber im Widerſpruch mit Bergman nahm er noch an, die Affinität einer Säure gegen eine Baſis ſei um ſo geringer, je mehr von der Säure ſich mit der Baſis bei der Neutraliſation vereinigt. — Dieſe Schlußfolgerungen ſtanden indeß mit Kirwan's Reſultaten über die Zuſammenſetzung der neutralen Salze ſelbſt im Widerſpruch, wenn man die Affinität der Körper zu einander als durch die Zerſetzungserſcheinungen gegeben annimmt. Nach ſeinen Verſuchen neutraliſiren (ich füge die richtigen Zahlen [1]) zur Vergleichung wieder in Klammern bei)

100 Gewichtstheile	Kali	Natron	Ammon.	Baryt	Strontian	Kalk
Schwefelſäure	121 (118)	78 (78)	26 (42)	200 (192)	138 (130)	70 (71)
Salpeterſäure	117 (87)	73 (58)	40 (31)	178 (142)	116 (96)	56 (53)
Salzſäure	177 (172)	136 (114)	58 (62)	314 (280)	216 (190)	118 (104)
Kohlenſäure	95 (107)	150 (142)		354 (348)	231 (236)	122 (129)

Man erſieht hieraus, wie ſich Kirwan's Beſtimmungen den richtigen ſchon viel mehr nähern, als die Bergman's; wie aber ſeine Reſul-

[1]) Von den kohlenſauren Salzen analyſirte Kirwan das doppeltkohlenſaure Kali und das einfachkohlenſaure Natron. —

Kirwan's Anſichten.

tate in keiner Weiſe mit den von ihm für die Affinitätsgrößen der Säuren und Baſen aufgeſtellten allgemeinen Geſetzen im Einklang ſtehen. Dieſer Widerſpruch zwiſchen der Erfahrung und den aufgeſtellten Theorien Bergman's und Kirwan's mag die Urſache ſein, daß die anderen Gelehrten, welche ſich zu dieſer Zeit an der Beſtimmung der Affinitätsgrößen verſuchten, es aufgaben, aus den Quantitäten, worin ſich die verſchiedenen Stoffe vereinigen, die Stärke der Verwandtſchaft zwiſchen denſelben herleiten zu wollen. Schon vor Kirwan waren indeß Verſuche gemacht worden, die Größe der Affinität zwiſchen zwei Körpern auf andere Art direct (nicht aus den Verwandtſchaftstafeln) zu beſtimmen.

Wenzel's Anſichten.

Es gehört hierher der Verſuch von Wenzel, die Größe der Verwandtſchaft verſchiedener Körper zu einem Auflöſungsmittel aus der Zeit zu beſtimmen, welche zur völligen Auflöſung erforderlich iſt. Nach ihm ſollte ſich die Verwandtſchaft verſchiedener Körper zu demſelben Löſungsmittel, bei gleicher Quantität des aufgelöſten, umgekehrt verhalten wie die Zeit der Auflöſung. Soviel Verdienſte auch Wenzel, deſſen Werk über die Verwandtſchaft ſchon 1777 erſchien, um die Erkenntniß der quantitativen Zuſammenſetzung chemiſcher Verbindungen und um die Lehre von den beſtimmten Proportionen hat (vergleich da), ſo lag doch in dieſer ſeiner Behauptung über den Zuſammenhang zwiſchen Affinität und Auflöſungszeit eine große Verkennung der erſteren Kraft; ſeine Anſicht darüber wurde auch bald als irrig erkannt und nicht weiter beachtet.

Guyton-Morveau's Anſichten.

Wieder andere Anſichten über die Affinität und die Mittel, ſie der Größe nach zu beſtimmen, hatte Guyton de Morveau, deſſen 1786 in der Encyclopédie méthodique publicirte Abhandlungen über Affinität und Adhäſion mit Recht zu jener Zeit ein vorzügliches Anſehen genoſſen. — Guyton ſtimmte im Weſentlichen mit Buffon's Meinung überein, was die Urſache der Affinität anlangt, wenn er gleich zugeſtand, daß die Annahme einer verſchiedenen Geſtalt der Atome allein nicht ausreiche, alle Verwandtſchaftserſcheinungen genügend zu erklären. — Ihm eigenthümlich war der Gedanke, die Adhäſion als eine mit der Affinität gleichartige Kraft anzuſehen, oder doch die Adhäſionserſcheinungen als Wirkungen derſelben Kraft, der Gravitation, zu betrachten, welche auch die Verwandtſchaftserſcheinungen hervorbringe. Demgemäß ſuchte er ſelbſt aus der Größe der Adhäſion zwiſchen zwei Stoffen ihre Verwandtſchaftsgröße herzuleiten, und es ſchien ihm eine Beſtätigung ſeiner Anſicht, daß die Metalle eine um ſo

Digitized by Google

größere Adhäſion zum Queckſilber zeigen, je leichter ſie ſich damit amalgamiren (chemiſch verbinden). Indeß auch dieſes Mittel, die Verwandtſchaftsgröße zu beſtimmen, wurde bald als ungenügend erkannt.

Von den minder beachteten Vorſchlägen anderer Chemiker, die Größe der Affinität zu beſtimmen, mag hier nur noch der erwähnt werden, welchen Fourcroy um 1800 that, nämlich die Stärke der Verwandtſchaft zweier Körper aus der Temperatur zu beſtimmen, welche zur Zerſetzung ihrer Verbindung nöthig iſt. An ſich nur auf verhältnißmäßig wenige Verbindungen anwendbar, wurde dieſer Vorſchlag kaum beachtet, und blieb ohne weiteren Einfluß auf die Anſichten über die Verwandtſchaft.

Es ſind dieſes die wichtigſten Verſuche, welche bis zu dem Ende des 18. Jahrhunderts angeſtellt wurden, um eine Theorie über die Urſache der Affinitätserſcheinungen zu geben und einen Zuſammenhang zwiſchen dieſer Urſache und anderen chemiſchen oder phyſikaliſchen Verhältniſſen, z. B. des Zuſammenſetzungsverhältniſſes der Verbindung, der Adhäſion u. ſ. w., nachzuweiſen. Alle dieſe Verſuche ſcheiterten, und wenn auch Bergman's Anſichten zu dem genannten Zeitpunkte von den meiſten Chemikern angenommen waren, ſo beweiſt dies nicht, daß ſie alle Erſcheinungen conſequent erklärten, ſondern nur daß ſie, mit den anderen aufgeſtellten Theorien verglichen, noch am beſten mit der Erfahrung zu harmoniren ſchienen; zu der allgemeinen Billigung derſelben trug noch außerdem Bergman's Ruf als praktiſcher Chemiker nicht wenig bei, und half dazu, daß über die einzelnen Mängel ſeiner Affinitätslehre weggeſehen wurde. Am meiſten erſchüttert wurde Bergman's Theorie durch die Aufſtellung der Affinitätslehre von Berthollet, die ihr in vielen Fällen geradezu widerſprach, und alle Verwandtſchaftserſcheinungen durch die einfachſten Hülfsmittel, durch Annahme einer allgemeinen Attractionskraft und eines großen Einfluſſes der phyſikaliſchen Eigenſchaften der Körper, zu erklären ſchien.

Berthollet, deſſen Schriften über die Affinität ich bereits im erſten Theile (S. 339) angeführt habe, betrachtete als Urſache der chemiſchen Verbindungen, wie es auch Bergman und noch mehrere der im Vorhergehenden genannten Chemiker angenommen hatten, die allgemeine Anziehungskraft der Materie, die ſich aber hier von der Gravitation verſchieden äußert, weil ſie nicht wie dieſe auf Maſſen, deren ſonſtige äußere phyſikaliſche Verhältniſſe dafür nicht von Belang ſind, ſondern auf die kleinſten Theilchen der Materie wirkt, deren Geſtalt, Cohäſion und Beſtreben, den gasförmigen Zu- Berthollet's Lehre.

Berthollet's Lehre. ſtand anzunehmen, hier mit in's Spiel kommen. Die Anſicht Bergman's über Wahlverwandtſchaft, vermöge deren ein Stoff a aus einer Verbindung b c den einen der letzteren (b oder c) nur vermöge ſeiner größeren Verwandtſchaft zu c oder b abſcheiden ſoll, um ſich mit c oder b zu vereinigen, hielt Berthollet für unverträglich mit der Annahme, daß die Affinität auf Anziehung beruht. Wäre nur die Attraction die Urſache der Affinitätserſcheinungen, ſo könnte nach ihm durch Zuſammenbringen von a mit b c keine andere Wirkung als die Bildung einer neuen Verbindung a b c erfolgen. Es hat aber in Wirklichkeit öfters eine andere Wirkung Statt, und um dieſe zu erklären, ſtellte Berthollet eine Theorie auf, die man in folgenden Sätzen zuſammenfaſſen kann.

Alle Körper haben Verwandtſchaft zu einander, aber die Größe der Verwandtſchaft iſt einmal an ſich verſchieden (wegen der verſchiedenen Form der kleinſten Theilchen), und beſonders ſind noch die Wirkungen verſchieden wegen der Verſchiedenheit der Körper, was Cohäſion (worunter er Schwerlöslichkeit verſteht) und Elaſticität (Beſtreben, in den gasförmigen Zuſtand überzugehen) betrifft. — Die Körper können nur dann auf einander chemiſch wirken, wenn ſich ihre kleinſten Theilchen in unmittelbarer Berührung, in Auflöſung, befinden. Die chemiſche Wirkſamkeit eines Körpers auf einen andern hängt ab von ſeiner Verwandtſchaft zu ihm und von dem Mengenverhältniß, worin ſich beide bei ihrer Einwirkung auf einander befinden. Ein Körper wird der chemiſchen Action entzogen, wenn er ſich unlöslich ausſcheidet, oder wenn er als Gas weggeht.

Aus dieſen Sätzen ſuchte Berthollet alle Verwandtſchaftserſcheinungen zu erklären. Wir wollen ihm zuerſt in ſeiner Erklärung folgen, was geſchieht, wenn wir Körper von verſchiedener Verwandtſchaft zu einem dritten auf dieſen einwirken laſſen, und wie es zugeht, daß ein Stoff a aus einer Verbindung b c den einen Beſtandtheil b vollſtändig abſcheiden kann.

Wird eine Auflöſung von a mit einer Auflöſung von b c vermiſcht, und ſcheidet ſich hierbei weder etwas ab, noch entweicht etwas gasförmig, ſo werden ſich a und b in c theilen, jedes, a wie b, wird ſich mit um ſo mehr c vereinigen, je größer ſeine Verwandtſchaft zu dieſem Körper iſt, und in je größerer Menge es vorhanden iſt. Iſt die Affinität von a zu c durch die Größe α ausgedrückt, wenn β die Affinität von b zu c bedeutet, iſt in der Löſung a in der Gewichtsmenge A, b in der Gewichtsmenge B, c in

der Gewichtsmenge C enthalten, ſo wird ſich c ſo unter a und b vertheilen, daß mit den A Gewichtstheilen a verbunden ſind $\frac{A\alpha}{A\alpha + B\beta}$ C von c, mit den B Gewichtstheilen von b aber $\frac{B\beta}{A\alpha + B\beta}$ C von c. Es tritt nach dieſem Geſetze gewiſſermaßen ein chemiſches Gleichgewicht ein. Der chemiſche Effect jedes der Körper a und b hängt ab von ſeiner Verwandtſchaft zu c und von ſeiner Maſſe; das Maaß des Effects iſt durch das Product der Maſſe in die Verwandtſchaft gegeben; dieſes Product bezeichnete Berthollet unter dem Namen masse chymique, was man im Deutſchen durch »chemiſche Maſſe« oder beſſer durch »chemiſches Moment« wiedergegeben hat. Berthollet's Lehre.

Es folgt hieraus, daß, wofern ſich bei der Miſchung von a mit bc nichts niederſchlägt und nichts verflüchtigt, der Körper a dem Körper b nie alles c entziehen kann, wenn auch a noch ſo ſtarke Verwandtſchaft zu c hat; daß umgekehrt, wenn b noch ſo ſtarke Verwandtſchaft zu c hat, man ihm doch durch das dem c beiweitem weniger verwandte a einen merkbaren Antheil des erſteren entziehen kann, wenn man nur die Menge von a gehörig groß im Verhältniß zu der von b nimmt; daß man überhaupt (zur Hervorbringung einer chemiſchen Wirkung) einer Materie, was ihr an Verwandtſchaftskraft abgeht, durch Vergrößerung der Menge erſetzen kann.

Eine ſolche Theilung von c unter a und b findet aber nur Statt, wenn bei der Vermiſchung von a mit bc ſich nichts niederſchlägt und nichts ausſcheidet. Iſt aber der Körper b ein ſolcher, der von c abgeſchieden Gasgeſtalt annimmt (hat b eine bedeutende Elaſticität), ſo iſt der Erfolg ein anderer, es kann alsdann eine vollſtändige Zerſetzung ſtattfinden.

Kommt zu einer Verbindung bc, worin b ein ſolcher Körper iſt, ein Stoff a, der zu c Verwandtſchaft hat, ſo wird a zunächſt nach dem vorſtehenden Geſetze ſich einer gewiſſen Menge von c bemächtigen; es wird dadurch mehr b mit dem Reſte von c vereinigt, als dieſer fixiren kann, es wird ſich eine gewiſſe Menge von dieſem b gasförmig abſcheiden; auf die zurückgebliebene Menge bc wirkt a nun neuerdings ein, um ein Gleichgewicht nach dem erwähnten Geſetze zu bewerkſtelligen, der Vorgang des Ausſcheidens von b wiederholt ſich, und allmälig wird alles b von c vollſtändig abgeſchieden und ausgetrieben, und alles c iſt mit a vereinigt.

Aehnliche Umſtände bedingen eine vollkommene Zerſetzung, wenn die durch Zerſetzung von bc durch a ſich bildende Verbindung ac unlöslich iſt

Berthollet's Lehre. (große Cohäſion hat), und ſich abſcheidet. Während früher, wo ein Theil von c alles zugeſetzte a beſchäftigen konnte (wie der andere Theil von a alles vorhandene b), iſt die Herſtellung eines ſolchen chemiſchen Gleichgewichts nun nicht mehr möglich. Geht a mit c eine unlösliche Verbindung ein, ſo entſteht ein Niederſchlag ac; alles c, was durch a an ſich gezogen wurde, fällt nieder, aber nicht mit allem, ſondern nur mit einem Theile von a verbunden, nämlich mit ſo viel, als es in den unlöslichen Zuſtand überführen kann. Der Theil von a, der nicht mit niedergeſchlagen worden iſt, wirkt von Neuem auf das noch unzerſetzte bc, er entzieht dieſem einen neuen Antheil c, der ſich wieder mit einem Theile von a niederſchlägt, und dieſer Vorgang wiederholt ſich, bis alles c mit a verbunden aus der Löſung niedergeſchlagen iſt.

Während alſo nach der Bergman'ſchen Anſicht über Wahlverwandtſchaften ein Stoff eine andere Verbindung je nach ſeiner ſpecifiſchen Verwandtſchaft zu einem der Beſtandttheile derſelben entweder gar nicht oder vollkommen zerſetzt, die Zerſetzungsproducte mögen nun feſt, flüſſig oder gasförmig ſein, lehrte Berthollet, daß weder einfache noch doppelte Wahlverwandtſchaft in dem Sinne, wie ſie Bergman nahm, exiſtirt, vollſtändige Zerſetzung nur ſtatthat unter Mitwirkung der Elaſticität oder der Cohäſion der betreffenden Körper. Die Elaſticität eines Beſtandtheils trägt dazu bei, indem dann dieſer Beſtandtheil gasförmig entweicht und ſo aus dem chemiſchen Wirkungskreiſe entfernt wird; die Cohäſion einer gebildeten Verbindung, indem ſie Unauflöslichkeit, Abſcheiden und Verringern der Zahl der Angriffspunkte hervorbringt.

Je größer die Cohäſion iſt, um ſo vollſtändiger iſt die durch ſie eingeleitete Zerſetzung: alſo um je unlöslicher eine zu bildende Verbindung iſt, um ſo vollſtändiger wird die bis dahin beſtandene Verbindung zerſetzt. Oxalſaurer Kalk iſt ein ſehr ſchwerlösliches Salz, aber Oxalſäure fällt nach Berthollet doch nicht aus Auflöſungen von Kalkſalzen allen Kalk heraus, ſondern nur ſo viel davon, bis der Ueberſchuß an frei gewordener (vorher mit dem Kalke verbundener) Säure der Affinität der Oxalſäure zum Kalke und der Cohäſion des oxalſauren Kalkes zuſammen das Gleichgewicht hält. — Selbſt ſehr ſtarke Cohäſion kann durch chemiſche Maſſe überwunden werden; ſo kann ſchwefelſaurer Baryt durch kohlenſaures Kali zerſetzt werden, falls nur letzteres in einem ſehr großen Ueberſchuſſe, der ſehr großen Cohäſion des ſchwefelſauren Baryts entſprechend, angewandt wird.

Um die Wirkung der Affinität bei Miſchungen zu beobachten, wobei Alles aufgelöſt bleibt, kann man nach Berthollet ſich nicht des Mittels bedienen, die gebildeten Salze aus der Miſchung auskryſtalliſiren zu laſſen, denn in einer Auflöſung können die Beſtandtheile mehrerer Salze ganz anders zuſammengeſtellt ſein, als die Kryſtalliſationsproducte ſchließen laſſen. — Kryſtalliſiren iſt nämlich ein Uebergehen in's Unlösliche; der kryſtalliſirende Stoff iſt unlöslich in ſeiner Mutterlauge (unter den Umſtänden, in welchen er kryſtalliſirt), und ſobald alſo eine gebildete Verbindung anfängt aus der Löſung herauszukryſtalliſiren, tritt der Vorgang ein, der eben für den Fall beſprochen wurde, wo ſich eine gebildete Verbindung unlöslich ausſcheidet. So z. B. kann durch Vermiſchen von ſalpeterſaurem Kali mit Schwefelſäure und Auskryſtalliſirenlaſſen faſt alles Kali in Verbindung mit Schwefelſäure erhalten werden, obgleich bei Temperaturen, wo Alles gelöſt iſt, das Kali nicht vorzugsweiſe an die Schwefelſäure tritt, ſondern ſich nach dem Geſetz der chemiſchen Maſſen unter die Schwefelſäure und die Salpeterſäure gleichmäßig vertheilt. Berthollet's Lehre.

Es wurde erwähnt, daß in den Fällen, wo Verbindungen unlöslich ausgeſchieden werden, nicht immer die ganzen vorhandenen Mengen der Beſtandtheile ſich niederſchlagen, ſondern mit einer gewiſſen Menge des einen Beſtandtheils nur ſoviel von dem andern, als der erſtere in den unlöslichen Zuſtand überführen kann. Um hierüber vollkommene Einſicht zu erhalten, wollen wir Berthollet's Anſichten über die Verhältniſſe der Gewichtsmengen der Beſtandtheile in ſolchen Niederſchlägen und in chemiſchen Verbindungen überhaupt näher unterſuchen.

Nach Berthollet können ſich alle mit einander verwandten Körper in allen möglichen Verhältniſſen mit einander zu eigenthümlichen chemiſchen Verbindungen vereinigen, wenn dieſe Verbindungen Flüſſigkeiten ſind, und wenn nicht die Cohäſion der Verbindung oder eines Beſtandtheils oder die Elaſticität eines Beſtandtheils den Verbindungsverhältniſſen Grenzen ſetzt; in dieſem letzteren Falle werden die möglichen Verbindungsverhältniſſe in weitere oder engere Grenzen beſchränkt ſein.

Um z. B. die Cohäſion des Eiſens bei ſeiner Vereinigung mit Sauerſtoff zu überwinden, iſt eine gewiſſe Menge des letzteren nöthig, die von der Cohäſion des Metalls und der Stärke ſeiner Affinität zum Sauerſtoff abhängt. Mit weniger Sauerſtoff als dieſer beſtimmten Menge kann man Eiſen nicht chemiſch vereinigen. — Um die Elaſticität des Sauerſtoffs hin=

Berthollet's Lehre. gegen bei ſeiner Vereinigung mit Eiſen zu überwinden, um den Sauerſtoff durch Eiſen zu fixiren, iſt ebenfalls eine gewiſſe Menge dieſes Metalls nöthig, die von der Elaſticität des Sauerſtoffs und ſeiner Verwandtſchaft zum Eiſen abhängt, und mit weniger Eiſen als dieſer beſtimmten Menge kann man den Sauerſtoff nicht verbinden. — Wir haben hier die zwei Grenzverhältniſſe der Verbindungen des Eiſens mit Sauerſtoff; innerhalb derſelben kann ſich nach Berthollet Eiſen mit Sauerſtoff in allen möglichen Verhältniſſen zu chemiſchen Verbindungen vereinigen.

Aehnliche Anſichten hegte Berthollet über die Zuſammenſetzung der Niederſchläge, welche ſich bei Miſchung von Verbindungen bilden. Ob ſolche Niederſchläge eine conſtante Zuſammenſetzung haben, hängt nach ihm davon ab, inwiefern die Beſtandtheile gleiche Löslichkeit haben. Sind beide Beſtandtheile eines ſolchen Niederſchlags gleich löslich, ſo iſt die Zuſammenſetzung der aus ihnen gebildeten unlöslichen Verbindung eine beſtimmte und conſtant; jeder Ueberſchuß des einen oder des andern Beſtandtheils wird nämlich von dem Löſungsmittel in Auflöſung gehalten. Iſt aber ein Beſtandtheil an und für ſich unlöslich, ſo kann die Zuſammenſetzung variiren; man kann die Menge des löslichen Beſtandtheils in der Verbindung verringern, ohne daß eine Auflöſung des andern Beſtandtheils ſtattfindet, und chemiſche Verbindungen in mehrfachen Verhältniſſen (deren Grenzen ſich analog dem vorher gegebenen Beiſpiel beſtimmen) ſind möglich. — Ebenſo variabel iſt die Zuſammenſetzung einer kryſtalliſirenden Verbindung, wenn der eine Beſtandtheil viel löslicher iſt, als der andere; der letztere verhält ſich beim Kryſtalliſiren alsdann relativ wie ein unlöslicher Körper; man erhält Verbindungen in den verſchiedenſten Proportionen, wenn man ſolche Verbindungen immer wieder in neuem Löſungsmittel auflöſt und kryſtalliren läßt, bis man an eine Verbindung kommt, wo die enthaltenen Mengen der Beſtandtheile ſich in derſelben Menge Löſungsmittel löſen, gegen dieſe gleiche Auflöslichkeit haben.

Dieſe Sätze von Berthollet beruhten auf unrichtigen Beobachtungen, auf der Unterſuchung unreiner Niederſchläge, die er für reine chemiſche Verbindungen hielt, und auf fehlerhaften Analyſen. Die nähere Betrachtung, wie dieſe Behauptungen aufgenommen wurden, gehört dahin, wo von der Zuſammenſetzung der chemiſchen Verbindungen die Rede iſt.

Ein conſtantes Gewichtsverhältniß geſteht indeß Berthollet noch da zu, wo durch Vermiſchen zweier Körper die hervorſtechenden Eigenſchaften

eines jeden vollkommen aufgehoben werden, namentlich bei der Neutraliſation der Säuren und Baſen durch einander und ihrer Verbindung zu löslichen Neutralſalzen. Daß hierbei conſtante Verhältniſſe obwalten, war durch viele Beobachtungen außer Zweifel geſtellt; Berthollet wandte die dabei gewonnenen Zahlenreſultate an, um über die Stärke der Verwandtſchaft der Säuren und Baſen zu einander beſtimmtere Auskunft zu geben. Berthollet's Lehre.

Um eine gegebene Gewichtsmenge einer Säure zu neutraliſiren, um alſo einen gewiſſen chemiſchen Effect auszuüben, ſind von den verſchiedenen Baſen verſchiedene Gewichtsmengen nöthig. Der chemiſche Effect aber iſt das Product aus der Maſſe in die Verwandtſchaftsſtärke. Um je kleiner alſo bei gleichem chemiſchen Effect eines Körpers die erforderliche Menge deſſelben iſt, um ſo größer muß ſeine Verwandtſchaftskraft ſein. Berthollet ſtellte hiernach, in vollſtändigem Widerſpruch mit Bergman's (Seite 314) und theilweiſe mit Kirwan's (Seite 315) Anſichten über den Zuſammenhang zwiſchen Verwandtſchaftsſtärke und Gewichtsverhältniß bei der Neutraliſation als Geſetz auf: Je weniger a von b bedarf, um dadurch neutraliſirt zu werden, um ſo größer iſt ihre Affinität zu einander. — Die Abweichungen der Erfahrung von dieſem Satz erklären ſich nach Berthollet alle aus der ungleichen Cohäſion und Elaſticität der verſchiedenen Körper. So z. B. verbindet ſich das Ammoniak in geringerer Menge mit Säuren zu neutralen Salzen, als das Kali oder Natron, und wird doch von dieſen aus ſeinen Verbindungen ausgetrieben; aber es iſt nicht die größere Affinität des Kali's oder Natrons zu den Säuren, die dieſe Zerſetzung bewirkt, ſondern die große Elaſticität des Ammoniaks, denn an und für ſich ſteht dem Ammoniak (weil von ihm eine kleinere Menge zur Neutraliſation der Säuren hinreicht) eine größere Affinität zu den Säuren zu, als dem Kali oder Natron. Berthollet's Geſetz heißt alſo eigentlich: hätten alle Körper gleiche Cohäſion und gleiche Elaſticität, ſo wäre die Verwandtſchaftskraft desjenigen am größten, der ſich in der geringſten Menge mit den andern verbindet.

Es ſind dies die hauptſächlichſten Grundlagen der Berthollet'ſchen Verwandtſchaftstheorie, die, in Frankreich zu jener Zeit mit vielem Beifall aufgenommen, auch in den anderen Ländern zahlreiche Anhänger fand, wie es nicht fehlen konnte, da in ihr conſequente Durchführung weniger Annahmen zur Erklärung faſt aller damals bekannten Affinitätserſcheinungen führte. Doch erhoben ſich auch bald die zahlreichen Anhänger der Bergman'ſchen Anſichten, und ſuchten zu zeigen, wie auch dieſe zur Erklärung

Berthollet's Lehre. der Thatſachen ausreichen, wie hingegen directe Erfahrungen gegen die Richtigkeit der Berthollet'ſchen Theorie ſprechen. Aber erſt die Entdeckung der beſtimmten Proportionen in der Zuſammenſetzung chemiſcher Verbindungen entſchied über die Richtigkeit dieſer Theorie, und ich verweiſe dahin, was die darüber geführten Streitigkeiten und die endliche Entſcheidung betrifft. Die Berthollet'ſchen Lehren wurden dadurch in vielen ihrer Hauptpunkte als unſtatthaft und unrichtig dargethan, aber deſſenungeachtet üben ſie noch ſtets einen großen Einfluß auf die jetzige Anſicht über die Verwandtſchaft aus, und die von ihm zuerſt eingeführte Berückſichtigung der äußeren phyſikaliſchen Verhältniſſe der Körper (Cohäſion und Elaſticität) bei Betrachtung der Verwandtſchaftserſcheinungen wird eine dauernde ſein.

Dynamiſche Anſichten. Zu der Zeit, wo die Berthollet'ſche Affinitätslehre aufgeſtellt wurde, begannen in Deutſchland Anſichten ſich allgemeiner auszubreiten, welche allen bis dahin erwähnten wiederſprachen. Es ſind dieſes die dynamiſchen Theorien, welche, meiſt nur ganz im Allgemeinen angedeutet, durch die Unbeſtimmtheit und Vieldeutſamkeit der gebrauchten Ausdrücke ſich recht wohl auch auf beſondere Thatſachen anwenden ließen, ohne indeß die Erklärung derſelben damit zu geben. Die Theorie, welche man unter dem Namen der dynamiſchen begreift, unterſchied ſich von der vorhergehenden Anſicht dadurch, daß ſie nicht wie dieſe die chemiſche Action als eine Folge von Wirkungen kleinſter Theilchen der verſchiedenen Körper auf einander anſah, ſondern (eine Theilbarkeit der Materie bis in's Unendliche annehmend, und die Exiſtenz von untheilbaren Partikeln und von Zwiſchenräumen zwiſchen ihnen verwerfend) die Verwandtſchaftserſcheinungen durch eine wechſelſeitige Durchdringung der verſchiedenen Materien zu erklären ſuchte.

Unter Durchdringung der Materie iſt zu verſtehen, daß in einer Verbindung nicht die kleinſten Theilchen der Beſtandtheile abgeſondert von einander exiſtiren, ſondern daß alle kleinſten Theile, alle materiellen Punkte einer Verbindung gleichmäßig zuſammengeſetzt ſind und noch die Beſtandtheile zuſammen in ſich enthalten. Die atomiſtiſche oder Corpuscular-Theorie, welche den Anſichten der im Vorſtehenden beſprochenen Chemiker zu Grunde liegt, iſt alſo der dynamiſchen dadurch entgegengeſetzt, daß nach der erſteren eine (ideell) fortgeſetzte Zertheilung einer Verbindung zuletzt auf eine Zerlegung der Verbindung in ihre Beſtandtheile führen muß, da nach ihr in der Verbindung die Beſtandtheile zwar ſehr fein zertheilt, aber doch

noch in ihrer Eigenthümlichkeit und von einander abgeſondert enthalten ſind; daß nach der zweiten hingegen eine noch ſo weit fortgeſetzt gedachte Zertheilung einer Verbindung nur auf immer kleinere Partikeln der Verbindung, nie aber auf Zerlegung der Verbindung in ihre Beſtandtheile führt. Dynamiſche Anſichten.

Den erſten Verſuch einer ſolchen dynamiſchen Erklärungsweiſe machte Kant 1786 in ſeinem Werke »Metaphyſiſche Gründe der Naturwiſſenſchaft«, und ſeine Anſichten darüber finden ſich noch in mehreren anderen Schriften von ihm niedergelegt. Kant legte der Materie zwei Grundkräfte bei, eine, vermöge welcher ſich alle zerſtreute Materie zu nähern beſtreben ſoll, eine von außen nach innen wirkende (die anziehende Kraft, vis attractiva), und eine, vermöge welcher die Materie den Raum erfüllt, eine von innen nach außen wirkende (die ausdehnende Kraft, vis expansiva). Die erſtere allein gedacht, würde alle Materie in einen Punkt zuſammenpreſſen, die zweite allein gedacht, würde die Materie auf unendliche Räume hin ausdehnen; aus einem Zuſammenwirken beider Kräfte ſollten ſich die Erſcheinungen der Materie in begrenzten Räumen erklären laſſen. Kant ſprach, ohne jedoch auf eine Nachweiſung im Einzelnen einzugehen, aus, daß die chemiſchen Veränderungen, welche mit den Körpern in Hinſicht auf die chemiſche Verbindung vorgehen, nicht auf der Geſtalt und mechaniſchen Bewegung ihrer kleinſten Theilchen beruhe, ſondern nur in der anziehenden und abſtoßenden Kraft der Materie begründet ſei. — Etwas näher ging auf die Anwendung der dynamiſchen Anſichten auf den chemiſchen Proceß Schelling ein. Er definirte 1797 in ſeinen »Ideen zu einer Philoſophie der Natur« die chemiſche Action als eine qualitative Bewegung, welche den inneren Beſchaffenheiten der Materie gemäß ſei, und ſuchte, wie Kant hauptſächlich den Conflict der anziehenden und der ausdehnenden Kraft als Grundurſache des Verhaltens der Körper angeſehen hatte, überhaupt die chemiſchen Erſcheinungen als Wirkungen des Conflicts ſich entgegengeſetzter Kräfte darzuthun.

Die chemiſchen Erſcheinungen alle als Folge einer allgemeinen Dynamik anzuſehen, fand bald Zuſtimmung. Unter den Chemikern vom Fach huldigten nur wenige bedeutendere dem dynamiſchen Syſtem; unter ihnen wollen wir hier als bekanntere Namen nennen Winterl in Peſth, von deſſen Irrthümern bei der Betrachtung der Anſichten über die Elemente die Rede war, und den in vielfach anderer Beziehung ſo verdienſtvollen Ritter in München, die beſonders eifrig waren, mehr oder weniger falſche Beobachtungen als die nothwendigen Reſultate einer philoſophiſch ſein ſollenden

Dynamiſche Anſichten. Betrachtungsweiſe hinzuſtellen; beſonnener in der Anwendung der Dynamik auf die Chemie war Oerſtedt in Copenhagen und beſonders Link, damals in Roſtock; Gren in Halle, einer der ausgezeichneteren deutſchen Chemiker zu Ende des 18. Jahrhunderts, hing gleichfalls der dynamiſchen Theorie an, beſchränkte ſich aber doch darauf, die Grundſätze derſelben nur mit den allgemeinſten Theilen der Chemie in Verbindung bringen zu wollen, ohne eine Anwendung auf die einzelnen Erfahrungen zu verſuchen. Hervorzuheben iſt aber, daß im Allgemeinen unter Denen, die dem dynamiſchen Syſteme beitraten und ſich hauptſächlich durch lautes Geſchrei bemerklich machten, viele waren, welche von der Wiſſenſchaft, die ſie auf dynamiſche Grundlehren zurückführen wollten, Nichts verſtanden, ſondern deren Thätigkeit ſich darauf beſchränkte, mit leeren Namen und allgemeinen, nichtsſagenden und deßhalb kaum zu widerlegenden Behauptungen großen Mißbrauch zu treiben; nach Willkür wurde von ihnen jeder Körper als Polarſtoff oder als im Indifferenzpunkte liegend angeſehen, die verſchiedenartigſten Kräfte wurden mit einander verglichen, um den Dualismus in die Chemie einzuführen, ohne daß dieſe Wiſſenſchaft irgendwie dadurch einen Fortſchritt gemacht hätte. Die dynamiſche Theorie, in ihrer Anwendung auf Chemie, gerieth indeß allmälig ſchon in den erſten ſechs Jahren unſeres Jahrhunderts unter den eigentlich ſtrebenden Chemikern in weniger Anſehen, als ſich immer mehr zeigte, wie Die, welche Thatſachen damit in Uebereinſtimmung zu finden oder daraus herzuleiten vorgaben, mit den Anfangskenntniſſen der Chemie nicht vertraut waren; als diejenigen Gelehrten ſelbſt, welche ihr huldigten, aber zugleich Einſicht in die chemiſchen Erfahrungen hatten, z. B. Hildebrandt in Erlangen 1807, anerkannten, daß die auf atomiſtiſche Anſichten gegründeten Erklärungen in der Chemie mindeſtens das richtige Verſtändniß ſehr fördernd ſeien, und ſelbſt zugeſtanden, daß es kaum möglich ſei, die Verſchiedenheit der Materie zu erklären, ohne atomiſtiſche Anſichten zu Hülfe zu nehmen. Das dynamiſche Syſtem wurde ganz von den Chemikern aufgegeben, als Dalton's Atomtheorie eine Vorſtellung über den Vorgang bei der chemiſchen Action gab, die mit allen Thatſachen im ſchönſten Einklange ſtand, und welcher ſich alle ſpäteren Entdeckungen unterordnen ließen. Die dynamiſche Theorie hat ſchon von 1812 an für die Chemie nur noch hiſtoriſches Intereſſe; ſie hat für die Chemie den durch nutzloſe Vergeudung mitunter ausgezeichneter Geiſteskräfte theuer erkauften Beweis geliefert, daß es bei dem größten Scharfſinne, bei dem

Beſitz von noch ſo tiefen anderweitigen Kenntniſſen nicht möglich iſt, in der Chemie ohne gründliche Kenntniß der Thatſachen eine allgemeinere Betrachtung mit nur einigem Erfolge durchzuführen.

Die Entdeckung der beſtimmten Verbindungsverhältniſſe und der multiplen Proportionen (vergl. die Geſchichte der Stöchiometrie) führte um ſo mehr wieder zu der Annahme der Corpusculartheorie, nach welcher alle Verbindungen durch Juxtapoſition der kleinſten Theilchen der Beſtandtheile entſtehen, als die Erklärung der genannten Thatſachen ſich aus dieſer faſt allein und ſehr genügend ergab. Die Wichtigkeit der Entdeckung dieſer Geſetze ließ von etwa 1808 an die Unterſuchungen faſt aller Chemiker darauf gerichtet ſein, ſie nachzuweiſen, zu erweitern, und die Specialitäten genauer feſtzuſtellen. Von dieſem Zeitpunkte an hat man ſich weniger mit der Erforſchung der Urſache der Affinität beſchäftigt, als mit der Beſtimmung ihrer Wirkungen, namentlich mit der Aufſuchung der Geſetze, nach welchen ſich die Gewichtsmengen der Beſtandtheile mit einander vereinigen. Nur einige Verſuche wurden gemacht, die Verwandtſchaft ihrer Urſache nach oder doch im Zuſammenhange mit anderen bekannten Kräften zu erkennen, und dieſe Verſuche führten zu den elektrochemiſchen Theorien, die auf der Anſicht beruhen, daß die Verwandtſchaftserſcheinungen durch die elektriſchen Eigenthümlichkeiten der verſchiedenen Körper bedingt ſind. Um die Entwicklung dieſer Theorien nachzuweiſen, müſſen wir weiter zurückgehen; dieſe Entwicklung ſteht im engſten Zuſammenhange mit der Erweiterung der Kenntniß über die chemiſche Kraft der Elektricität, mit der Geſchichte des Elektrochemismus, welche wir deßhalb hier abgeſondert und vollſtändiger abhandeln wollen.

Elektrochemismus und elektrochemiſche Verwandtſchaftstheorien.

Erkenntniß der Reibungselektricität.

Von den elektriſchen Erſcheinungen, deren Erforſchung zuletzt einen Zuſammenhang derſelben mit den Verwandtſchaftserſcheinungen erkennen ließ, wurden die auf der Reibungselektricität beruhenden zuerſt erkannt. Schon den alten Griechen, namentlich dem Thales von Milet, der um das Jahr 600 vor dem Anfange unſerer Zeitrechnung lebte, war die Anziehungskraft bekannt, welche der geriebene Bernſtein (ἤλεκτρον, woher die Bezeichnung Elektricität) auf leichte Körper äußert. Die Kenntniß dieſer Kraft blieb lange Zeit auf dieſes einzige Phänomen beſchränkt, bis um 1600 die Lehre von der Elektricität dadurch erweitert wurde, daß der Engländer William Gilbert das Glas, den Schwefel, das Harz ebenfalls als Körper erkannte, die durch Reiben elektriſch werden. Otto von Guericke entdeckte um die Mitte des 17. Jahrhunderts das elektriſche Licht; beſtimmt auf die elektriſchen Funken machte indeß zuerſt der Engländer Wall 1708 aufmerkſam. Ueber die weitere Ausbildung der Reibungselektricität weitläufig zu berichten, iſt hier nicht der Ort; ich bemerke nur noch, daß der Unterſchied der verſchiedenen Körper, was Leitungsfähigkeit der Elektricität angeht, zuerſt 1729 durch den Engländer Stephan Gray erkannt wurde, worauf Deſagulier 1740 die Eintheilung der Körper überhaupt in an ſich elektriſche einerſeits und in Leiter der Elektricität andererſeits einführte. Der Franzoſe Du Fay unterſchied zuerſt 1735 die Glaselektricität von der Harzelektricität, und Franklin bezeichnete ſie 1747 als ſich entgegengeſetzt unter den Namen poſitive und negative Elektricität; die verſtärkte Elektricität wurde 1745 durch von Kleiſt in Pommern und Cunäus und Muſchenbroek in Leyden entdeckt; die Elektriſirmaſchine wurde in ihrer roheſten Geſtalt durch Otto von Guericke bereits ange-

wandt; die Geſchichte der Verbeſſerungen, welche an ihr vorgenommen wurden, bis ſie den jetzigen Grad von Brauchbarkeit hatte, kann ich hier nicht geben.

Was uns hier vorzugsweiſe intereſſirt, iſt die Anwendung, die man von der Elektricität in chemiſcher Beziehung gemacht hat. Wir haben hier die Fälle anzugeben, wo zuerſt die Elektricität als Mittel der Verbindung von Beſtandtheilen oder Zerlegung von Verbindungen angewandt wurde. Prieſtley hatte bereits 1772 die Raumvergrößerung beobachtet, welche das wiederholte Hindurchſchlagen des elektriſchen Funkens durch Ammoniakgas hervorbringt, und Berthollet 1785 dieſe Raumvermehrung als auf einer Zerlegung des Ammoniakgaſes in ſeine Beſtandtheile beruhend erkannt. Cavendiſh zeigte 1784, daß die Elektricität auch Beſtandtheile zu Verbindungen vereinigen kann, indem er die Bildung von Salpeterſäure aus Stickgas und Sauerſtoffgas durch den Einfluß des elektriſchen Funkens nachwies. Die holländiſchen Chemiker Deimann und Paets van Trooſtwyk hatten ſogar ſchon 1789 mittelſt der Reibungselektricität das Waſſer zerlegt. Hier war alſo bereits die Ausübung eines chemiſchen Effects durch die Elektricität beobachtet, aber auch umgekehrt lagen ſchon Beobachtungen vor, wo man Elektricitätserſcheinungen in Folge chemiſcher Action bemerkt hatte. Bereits 1781 hatten Lavoiſier und Laplace mit Hülfe des Volta'ſchen Condenſators Elektricität in Menge erhalten, als ſie Eiſen in Schwefelſäure oder Salpeterſäure, und Kreide in Schwefelſäure auflöſten. Doch dachte man damals noch nicht daran, die Elektricitätserſcheinungen mit den chemiſchen in Verbindung zu ſetzen, und alle dieſe Beobachtungen gewannen erſt ein allgemeineres Intereſſe, als nach der Entdeckung der galvaniſchen Säule und durch die Unterſuchungen über den Galvanismus ein Zuſammenhang zwiſchen elektriſcher und chemiſcher Action klarer hervortrat.

Erkenntniß der chemiſchen Wirkung der Reibungselektricität.

Den erſten Anlaß zu allen den Unterſuchungen, die hiermit in Verbindung ſtehen, gab die Entdeckung Galvani's[1]), welcher 1790

Erkenntniß der galvaniſchen Elektricität.

[1]) Aloys Galvani war 1737 zu Bologna zeboren, und widmete ſich der Medicin, namentlich der vergleichenden Anatomie und der Phyſiologie. 1762 wurde er Profeſſor der Anatomie in Bologna. Dieſe Stelle verlor er 1797, als er der damals neu gegründeten cisalpiniſchen Republik den Eid der Treue zu leiſten ſich weigerte. In Dürftigkeit ſtarb er 1798.

Erkenntniß der galvaniſchen Elektricität.

bemerkte, daß die Muskeln eines Froſches in beſonders ſtarke Zuckungen geriethen, wenn er einen entblößten Muskel und einen entblößten Nerven dieſes Thieres mit zwei verſchiedenen Metallen berührte, die ein leitender Bogen verband. Dieſe Erſcheinungen, welche Galvani als Wirkungen einer eigenthümlichen thieriſchen Elektricität anzuſehen geneigt war, wurden zuerſt richtiger erklärt durch Volta, der für die Erkenntniß der galvaniſchen Elektricität von 1792 an durch die ſcharfſinnigſten Unterſuchungen und wichtigſten Entdeckungen unvergleichlich viel gethan hat. Volta ſtellte zuerſt den Satz auf, daß durch die Berührung verſchiedenartiger Metalle Elektricität erzeugt wird, und behauptete, daß das Zucken der Muskeln nicht auf einer eigenthümlichen thieriſchen Elektricität, ſondern nur auf dem Durchgange der durch Metallcontact erzeugten Elektricität beruht. Vorzüglich wichtig für das Studium des Galvanismus war Volta's Entdeckung der galvaniſchen Säule, die er 1800 machte, wodurch zuerſt die Phyſiker in den Stand geſetzt wurden, die galvaniſche Elektricität verſtärkt zu erhalten und ſie mit der Reibungselektricität zu vergleichen. Gleich nach der Entdeckung der galvaniſchen Säule wurden auch ihre chemiſchen Wirkungen bekannt, und von dieſer Zeit an, mit dem Anfange unſeres Jahrhunderts, beginnt eine genauere Einſicht in den Zuſammenhang zwiſchen der elektriſchen und der chemiſchen Kraft.

Erkenntniß der chemiſchen Wirkung der galvaniſchen Elektricität.

Noch im Jahre 1800 machten die Engländer Nicholſon [1]) und Carlisle bei einer gemeinſchaftlichen Unterſuchung über die Wirkungen der galvaniſchen Säule die Beobachtung, daß bei der Entladung der Säule durch Waſſer eine Gasentwicklung aus dem letzteren ſtatthat, daß das Waſſer durch die Elektricität in ſeine Beſtandtheile zerlegt wird, welche beide gasförmig ſich entwickeln, wofern die Leitungsdrähte, mit denen das Waſſer in Berührung iſt, aus nicht oxydirbarem Metall beſtehen. (Vergl. die Geſchichte des Waſſers.) Es war hiermit zuerſt die galvaniſche Elektricität als chemiſches Agens erkannt.

Verwandte Erſcheinungen wurden nun ſchnell hintereinander aufgefunden. Schon Nicholſon und Carlisle nahmen 1800 wahr, daß

---

[1]) William Nicholſon war 1753 zu London geboren. Mit vielem Unternehmungsgeiſt begabt, hatte er ſchon in ſeinem zwanzigſten Jahre zweimal Oſtindien beſucht; von 1775 bis 1777 hielt er ſich auf dem Continent in Handelsgeſchäften auf. In dem letzteren Jahre errichtete er eine Erziehungsanſtalt in London, die ausgezeichneten Ruf erhielt; zugleich beſchäftigte er ſich

Erkenntniß der chemiſchen Wirkung der galvaniſchen Elektricität.

Lackmustinctur, der Wirkung des galvaniſchen Stroms ausgeſetzt, an dem Zuleitungsdrahte des poſitiven Pols ſich roth färbe, wie von einer Säure, und Cruikſhank dehnte dieſe Beobachtung noch auf andere Pflanzenfarben aus, und bewies die ganz entgegengeſetzte Wirkung des negativen Zuleitungsdrahtes, nahm auch bereits die Zerſetzung einiger anderer Verbindungen in ihre Beſtandtheile wahr. Aber vollſtändiger wurde erſt der zerſetzende Einfluß der galvaniſchen Elektricität auf chemiſche Verbindungen durch Berzelius und Hiſinger erkannt, welche bereits 1803 eine Unterſuchung über die Wirkung der voltaiſchen Säule auf Salze und auf einige Baſen publicirten. Sie ſetzten elf verſchiedenartige Salze der Wirkung der galvaniſchen Elektricität aus, und gelangten zu den höchſt wichtigen Reſultaten, daß, wenn ſich die elektriſche Säule durch eine Flüſſigkeit entladet, ſich die Beſtandtheile dieſer Flüſſigkeit auf eine ſolche Weiſe trennen, daß ſich die einen um den poſitiven, die anderen um den negativen Pol anſammeln, und daß ſich an dem negativen Pol immer die brennbaren Beſtandtheile, Alkalien und Erden, an dem poſitiven hingegen Sauerſtoff, Säuren und oxydirte Körper ausſcheiden. Sie erkannten alſo zuerſt den elektriſchen Unterſchied zwiſchen Säuren und Baſen. Ueber die Urſache dieſer Erſcheinungen ſprachen ſie keine beſtimmte Anſicht aus, doch äußerten ſie, daß es ihnen am natürlichſten ſcheine, die beobachteten Vorgänge durch Attraction der Elektricität auf die einen und Repulſion derſelben auf die anderen Stoffe zu erklären. — Auch die Zerſetzung anderer Körper, als die von Salzen, gelang ihnen; ſo beobachteten ſie, daß, wenn Ammoniak durch die galvaniſche Elektricität zerlegt wird, ſich das Stickgas an dem poſitiven, das Waſſerſtoffgas an dem negativen Poldrahte ausſcheidet.

Berzelius' u. Hiſinger's elektrochemiſche Arbeiten.

Obgleich namentlich durch dieſe Unterſuchung von Berzelius und Hiſinger auf eine Abhängigkeit des elektriſchen Verhaltens von der chemi-

---

erfolgreich mit Mathematik und Chemie, betheiligte ſich aber auch an großartigen Unternehmungen, deren theilweiſes Mißlingen ihn zuletzt in das Schuldgefängniß brachte. Nach mehrjähriger Haft ſtarb er 1815. Als Schriftſteller hat er ſich in unſerer Wiſſenſchaft bekannt gemacht durch ſeine Introduction to natural and experimental philosophy (2 Bde. 1781; deutſche Ueberſetzung 1787); Dictionary of Chemistry (2 Bde. 1795); First principles of chemistry (1789, deutſche Ueberſetzung 1791). Sein Journal of natural philosophy, chemistry and the arts begann er 1794.

Davy's elektrochemiſche Arbeiten. ſchen Eigenſchaft hingedeutet war, ſo dauerte es doch noch einige Jahre, bis darüber eine zuſammenhängende Theorie beſtimmter ausgeſprochen wurde. Es geſchah dies zuerſt durch Humphry Davy, deſſen elektromiſche Arbeiten von 1806 an die Aufmerkſamkeit aller Chemiker auf ſich zogen.

Der nächſte Anlaß zu Davy's elektrochemiſchen Unterſuchungen war die Prüfung der damals mit großer Zuverſicht publicirten Angaben über die Entſtehung neuer Körper aus Flüſſigkeiten, die nichts davon enthalten, unter dem Einfluß der galvaniſchen Elektricität. Daß man namentlich aus reinem Waſſer durch den Galvanismus Säuren und Alkalien hervorbringen könne, wurde von vielen Seiten im Anfang des 18. Jahrhunderts behauptet. Da die Arbeiten, welche mit dieſen Behauptungen in Verbindung ſtehen, zu der damaligen Zeit als die wichtigſten elektrochemiſchen galten, ſo glaube ich dieſelben hier beſprechen zu müſſen.

Bei den erſten Verſuchen über Waſſerzerſetzung wurde bereits die Bildung einer Säure an dem poſitiven, die Bildung eines Alkali's an dem negativen Zuleitungsdrahte bemerkt, und die oben angegebenen Beobachtungen über die Veränderung der Pflanzenfarben vermittelſt galvaniſcher Elektricität durch dieſe Bildung neuer Körper erklärt. Auch in Waſſer, welchem keine Pflanzentinctur zugeſetzt war, wurde die Bildung von Säure und Alkali beobachtet, und Cruikſhank beſtimmte bereits 1800 die Säure als Salpeterſäure, des Alkali als Ammoniak, was von mehreren Naturforſchern beſtätigt wurde. Andere aber erhielten entgegengeſetzte Reſultate. Simon ſtellte viele Verſuche in dieſer Beziehung an, und behauptete, vollkommen reines Waſſer bilde bei Anwendung von Gold= und Platindrähten zum Durchleiten des Galvanismus weder eine Säure noch ein Alkali; nur bei Gegenwart einer, übrigens noch ſo unbeträchtlichen, Menge von vegetabiliſcher oder thieriſcher Subſtanz gehe dieſe Säure= und Alkalibildung vor ſich, und zwar bilde ſich Salzſäure und Ammoniak; nur bei Anwendung von Silberdrähten bilde ſich, auch in vollkommen reinem Waſſer, Salpeterſäure. Noch andere Gelehrte erhielten neben dem Ammoniak nie Salpeterſäure, ſondern ſtets Salzſäure. Viel Aufſehen erregte namentlich 1805 die angebliche Entdeckung eines Italieners Francesco Pacchiani, daß durch die Einwirkung der galvaniſchen Elektricität auf vollkommen reines Waſſer Salzſäure und ein fixes Alkali, Natron, gebildet werde, vorzüglich durch die Erklärung, die der Entdecker darüber gab, indem

er annahm, Salzſäure, Chlor und Waſſer ſeien verſchiedene Oxydations- ſtufen des Waſſerſtoffes, der durch eine Ueberoxydirung ſich ſogar in Natron verwandeln könne. Die Richtigkeit der Thatſache wurde durch mehrere damals ſehr geachtete Autoritäten, von denen ich hier nur Brugnatelli [1]) in Pavia und die Mitglieder der galvaniſchen Societät in Paris nennen will, als richtig beſtätigt; durch andere aber, namentlich durch Ritter, wurde ſie ſogleich als unrichtig bekämpft, und als Erklärung der Täuſchung angegeben, daß doch bei allen Verſuchen, wo man mit reinem Waſſer zu operiren glaubte, animaliſche oder vegetabiliſche Materie mit zugegen geweſen wäre, von welcher die Salzſäure und das Natron abſtammen ſollte.

Davy's elektrochemiſche Arbeiten.

Durch alle dieſe widerſprechenden Angaben war eine große Unſicherheit hinſichtlich der Zerſetzung durch Galvanismus hervorgerufen worden, welche aufzuklären um ſo wichtiger war, als viele damalige Gelehrte glaubten, durch die galvaniſche Elektricität könne über die Bildung und über die Natur von Stoffen mehr Auskunft erhalten werden, als mit den ſonſt gewöhnlichen Hülfsmitteln möglich ſei; wie denn Viele die Entſtehung von Säure und Alkali aus Waſſer durch Galvanismus als eine Erzeugung dieſer Körper aus ihren Elementarbeſtandtheilen anſahen. Vollkommenen Aufſchluß über alle hierbei vorkommenden Erſcheinungen gab zuerſt H. Davy, der im Verlauf ſeiner Unterſuchungen die unhaltbaren Schwindeleien vieler ſeiner Vorgänger über die Zuſammenſetzung gewiſſer Körper widerlegte, aber in derſelben Beziehung ungleich wichtigere Entdeckungen conſtatirte. Davy löſte 1806 alle Widerſprüche, welche die im Vorſtehenden erwähnten Angaben verurſacht hatten, durch die einfache Darlegung, daß bei Zerſetzung von reinem Waſſer durch Galvanismus Salzſäure und Natron nur dann auftreten kann, wenn dieſe Stoffe in den Gefäßen, in denen man das Waſſer der Zerlegung unterwirft, ſchon enthalten ſind.

[1]) Luigi Brugnatelli, geboren 1750, ſtarb 1818 als Profeſſor der Chemie an der Univerſität zu Pavia. Er hat ſich um die Verbreitung der Chemie in ſeinem Vaterlande rühmlich verdient gemacht durch ſeine Elementi di chimica (1795) und beſonders durch ſeine Zeitſchriften Annali di chimica (1790 — 1793), Annali di chimica e storia naturale (von 1794 an), Bibliotheca fisica di Europa (1788 — 1791), Giornale fisico-medico (von 1794 an). Gemeinſchaftlich mit Configliachi gab er (von 1808 an), das (nach ſeinem Tode bis 1826 fortgeſetzte) Giornale di fisica, chimica e storia naturale heraus.

Davy's elektrochemiſche Arbeiten.

Dieſer Einfluß der Gefäße war allen früheren Naturforſchern entgangen; Davy zeigte, daß aus Körpern, die für ſich von Waſſer gar nicht angegriffen werden, doch Beſtandtheile abgeſchieden werden können, wenn die Wirkung ſtarker galvaniſcher Apparate hinzukommt. Je nach dem Material des Gefäßes, welches mit Waſſer gefüllt war, in das die Pole der Säule eintauchten, ſchied er aus Glas das Alkali ab, aus Marmor, Serpentin, und Zeolithen ſchied er Natron, aus Lepidolith und Lava ſchied er Kali ab, aus Achat und Baſalt erhielt er Salzſäure und Natron. Bot das Gefäß, worin die Zerlegung des Waſſers vorgenommen wurde, keine zerſetzbare Subſtanz (beſtand es z. B. aus Gold oder Platin), ſo war die Menge von erzeugter Säure und Alkali äußerſt gering; wie ſchon früher beobachtet worden war, bildete ſich in dieſem Fall Salpeterſäure und Ammoniak, aber nicht, wie Einige früher angenommen hatten, unmittelbar aus den Beſtandtheilen des Waſſers, ſondern auf Koſten des Stickſtoffs der in dem Waſſer abſorbirt geweſenen atmoſphäriſchen Luft.

Die vielfachen Verſuche, welche Davy bei dieſer Gelegenheit über die Zerſetzung von Salzen anſtellte (wobei er namentlich noch die intereſſante Thatſache des Ueberführens der einzelnen Körper durch die Elektricität entdeckte, wenn er die zu zerſetzenden Flüſſigkeiten in verſchiedene, durch befeuchtete Asbeſtſtreifen mit einander communicirende Gefäße brachte, in deren eins der poſitive, in das andere der negative Polardraht tauchte) leiteten ihn zu der Annahme, daß alle Subſtanzen, welche chemiſche Affinität zu einander haben, in verſchieden elektriſchem Zuſtande ſind, und daß die Stärke der Affinität zwiſchen zwei Körpern proportionirt iſt der Intenſität der elektriſchen Spannung zwiſchen beiden. — Was Ritter [1]) ſchon 1798 gemuthmaßt hatte: »da im totalen dynamiſchen Proceß, dem ſogenannten chemiſchen, auch der partielle, der elektriſche, enthalten iſt, wie im Ganzen der Theil, ſo darf die Ankündigung nicht befremden, daß das Syſtem der Elektricität zugleich das Syſtem der Chemie und umgekehrt

Davy's elektrochemiſche Theorie.

---

[1]) Johann Wilhelm Ritter ſtarb 1810 als Akademiker und Profeſſor zu München. Seine naturhiſtoriſchen Forſchungen gingen hauptſächlich auf den Galvanismus; zahlreiche Beobachtungen legte er nieder in ſeinen Schriften: »Beweis, daß ein beſtändiger Galvanismus den Lebensproceß in dem Thierreiche begleite« (1798); »Beiträge zur näheren Kenntniß des Galvanismus« (1800); »das elektriſche Syſtem der Körper« (1805); »Phyſikaliſch-chemiſche Abhandlungen« (1806) u. a.

Davy's elektro-chemiſche Theorie.

werden wird«, begann nun von H. Davy auf experimentelle Grundlage hin ausführlicher entwickelt zu werden. Bereits 1806 ſprach dieſer beſtimmt aus, daß chemiſche Verbindungen und Zerſetzungen abgeleitet werden müſſen von elektriſchen Attractionen und Repulſionen, und daß die chemiſchen und die elektriſchen Erſcheinungen von derſelben Urſache hervorgebracht werden. Volta's Beobachtungen, daß durch den Contact zweier verſchiedener Metalle eine elektriſche Spannung erzeugt wird, erweiterte Davy durch die Wahrnehmung, daß allgemein dieſe Spannung um ſo ſtärker ſich zeigt, je größer die gegenſeitige Verwandtſchaft der ſich berührenden Körper iſt, daß dieſe elektriſche Spannung bei allen denjenigen Körpern hervorgebracht und bemerklich gemacht werden kann, welche gegenſeitige Verwandtſchaft zu einander beſitzen. Noch zeigte er aus ſeinen Verſuchen, daß mit der Temperatur, welche die Stärke der Verwandtſchaft der Körper zu einander ſteigert, auch die Intenſität der elektriſchen Spannung bei den in Berührung ſtehenden Körpern erhöht wird. Die allgemeine Schlußfolgerung, welche Davy aus allen ſeinen Beobachtungen zog, und die er zwar wie oben erwähnt ſchon früher andeutete, aber namentlich in ſeinen 1812 erſchienenen Elements of chemical Philosophy ausſprach, war die, daß chemiſche Veränderungen und elektriſche Veränderungen, wenn auch als verſchiedene Erſcheinungen, doch als Wirkungen einer und derſelben Kraft anzuſehen ſeien; daß elektriſche Erſcheinungen eintreten, wenn die Körper in größeren Maſſen auf einander wirken, während die chemiſchen auf einer Wirkung der kleinſten Theilchen der Körper auf einander beruhen; daß dieſelbe Kraft, welche die Körper in die entgegengeſetzten Verhältniſſe von poſitiv- und negativ-elektriſchem Zuſtand verſetzt und ihnen alſo Anziehungsvermögen zu einander mittheilt, auch den kleinſten Theilchen der Körper Anziehungsvermögen zu einander ertheilt und ſie in den Stand ſetzt, ſich zu chemiſchen Verbindungen zu vereinigen, wenn ſie Freiheit der Bewegung haben. Sowohl die Reſultate ſeiner eben erwähnten Verſuche, als auch die bekannte Erſcheinung, daß mit der Bildung einer chemiſchen Verbindung häufig Entwicklung von Licht und Wärme verbunden iſt, ſchienen ihm für dieſe Folgerung zu ſprechen, daß die Verwandtſchaft eine Folge elektriſcher Spannung ſei. Es werden hiernach die Beſtandtheile einer Verbindung durch die elektriſche Spannung, welche ſie durch wechſelſeitige Berührung einnehmen, vereinigt; bei der Vereinigung tritt eine Ausgleichung der entgegengeſetzten Elektricitäten ein; die elektrochemiſche

Digitized by Google

Davy's elektrochemiſche Theorie.

Zerlegung ließe ſich betrachten als eine Zurückverſetzung der kleinſten Theilchen der Beſtandtheile in den Zuſtand, den ſie vor ihrer Vereinigung hatten, durch Zuführung der Elektricität, die damals in ihnen frei war. Der Beſtandtheil, der auf dieſe Art bei der elektrochemiſchen Zerlegung negative Elektricität ſich aneignet, indem er aus der Verbindung mit einem andern Körper austritt, wird von dem poſitiven Polardraht angezogen und ſcheidet ſich an ihm ab. Aber hieraus ergiebt ſich auch, daß jener Beſtandtheil negativ elektriſch iſt, wenn er mit dem andern Körper eine Verbindung eingeht. Das elektriſche Verhalten der Körper zu einander läßt ſich alſo daran erkennen, an welchem Polende eines galvaniſchen Apparats ſie aus einer Verbindung ausgeſchieden werden; Sauerſtoff, Chlor, Säuren z. B. verhalten ſich negativ elektriſch gegen Waſſerſtoff, Metalle und Oxyde, die man als poſitiv elektriſch gegen die erſteren erkennt, weil Sauerſtoff u. ſ. w. ſich aus ihren Verbindungen an dem poſitiven Polardraht ausſcheiden, während Waſſerſtoff u. ſ. w. an dem negativen auftreten. Davy nahm übrigens an, die elektrochemiſche Zerſetzung finde nur an den Berührungsſtellen der Polardrähte mit der zu zerſetzenden Flüſſigkeit Statt; in dieſer Beziehung ſtimmte er mit allen ſeinen Zeitgenoſſen überein, namentlich mit Grotthuß, der 1805 die erſte annehmbare Erklärung dafür gab, weßhalb die getrennten Beſtandtheile nur an den Polardrähten, nicht in dem Raume zwiſchen ihnen, ſich ausſcheiden, indem er annahm, der an dem einen Polardraht nicht ſich abſcheidende Beſtandtheil verbinde ſich mit dem zunächſt gelegenen andern des benachbarten Atoms der Verbindung, und ſo pflanze ſich die Zerſetzung bis zu dem andern Polardraht fort, wobei indeß die in dem Raume zwiſchen den Polardrähten ſtattfindenden Zerſetzungen und Bildungen der Verbindung nicht wahrnehmbar ſein können (vergl. I. Theil Seite 407).

Davy's Theorie fand um ſo mehr Eingang unter den Chemikern, um je wichtiger die neuen Thatſachen waren, welche er im Verfolg ſeiner Unterſuchungen auffand; dieſe experimentellen Entdeckungen über die Zerſetzung von Verbindungen durch Galvanismus ſchienen eine Beſtätigung der theoretiſchen Anſichten des Entdeckers zu ſein. Die Einzelnheiten der Reſultate, welche Davy hinſichtlich der Zerlegung chemiſcher Verbindungen von 1807 an erlangte, habe ich zum Theil ſchon im I. Thle. S. 378 berührt, und werde auf die wichtigſten noch in dem folgenden Theile zurückkommen.

Davy's elektrochemiſche Theorie.

Nach Davy's Theorie ſollte die Elektricität, welche durch den Contact heterogener Körper hervorgebracht wird, zugleich der Ausdruck für die chemiſche Verwandtſchaft dieſer Körper unter ſich ſein; er ſah in der Berührung heterogener Körper jedenfalls die erſte Bedingung zur Erzeugung einer elektriſchen Spannung, wenn er auch zugeſtand, daß chemiſche Veränderungen der heterogenen Körper zur Erhaltung eines elektriſchen Stromes nothwendig ſeien Inſofern ſeine Theorie auf dieſe Anſicht ſich gründete, mußte ſie von ihrer allgemeinen Autorität verlieren, ſobald nicht mehr allgemein der Contact als Urſache der Elektricitätserzeugung angenommen wurde. Daß aber dies der Fall ſei, wurde, früherer wiederſprechender Behauptungen nicht zu gedenken, vorzüglich ſeit 1821 etwa beſtritten, und Wollaſton war es hauptſächlich, der zu beweiſen ſuchte, daß bloßer Contact nie Elektricitätserſcheinungen hervorbringen könne, ſondern daß die Erregung einer elektriſchen Spannung bei den galvaniſchen Vorgängen nur auf der chemiſchen Einwirkung der verſchiedenen Körper auf einander beruhe, daß hierbei die Elektricitätsäußerung Folge des chemiſchen Proceſſes ſei. Es gehört ausſchließlich in die Geſchichte der Phyſik, den Streit zwiſchen den Anhängern der Contact- und denen der chemiſchen Theorie des Galvanismus zu verfolgen, und es würde die hier einzuhaltenden Grenzen weit überſchreiten, auf eine hiſtoriſche Entwicklung dieſer noch unentſchiedenen Streitfrage einzugehen. Für uns iſt hier nur zu bemerken, daß die Zuläſſigkeit der Davy'ſchen Theorie um ſo mehr in Zweifel gezogen wurde, je mehr die Chemiker ſich von der Contacttheorie losſagten, und wir haben nun die anderen Theorien zu betrachten, welche ſpäter aufgeſtellt wurden, um die Affinitätserſcheinungen als Folgen des elektriſchen Zuſtandes der Körper zu erklären, ohne jedoch als alleinige Quelle der elektriſchen Spannung den Contact verſchiedenartiger Körper vorauszuſetzen. In Bezug für die Chemie iſt nur diejenige Anſicht von Wichtigkeit geworden, nach welcher jedes einzelne Atom eines jeden Stoffes zwei Pole beſitzt, die mit entgegengeſetzter Elektricität begabt ſind. Es dürfte indeß um ſo unnöthiger ſein, dieſe Theorie in der Ausbildung, wie ſie Berzelius aufgeſtellt hat, hier weitläufig zu beſprechen, als ſie die noch immer faſt von allen Chemikern angenommene iſt, und ſomit der Geſchichte der Chemie noch nicht anheimgefallen erſcheint. Nur in Beziehung auf die Zeit ihrer Entſtehung und einiges ſonſtige damit im Zuſammenhang Befindliche mögen hier wenige Andeutungen Platz finden.

Schweigger's elektrochemiſche Theorie.

Den erſten Verſuch einer Theorie, wonach den kleinſten Theilchen der Körper Pole mit entgegengeſetzter Elektricität zugeſchrieben werden, und dieſe Polarität als die Urſache der chemiſchen Erſcheinungen angeſehen wird, machte Schweigger [1]). Bereits von 1812 an, alſo ſchon zu einer Zeit, wo die Davy'ſche Theorie noch faſt allgemein als richtig anerkannt war, ſtellte er eine kryſtallelektriſche Theorie, wie er ſie nannte, auf, welche nicht allein die Affinitätserſcheinungen, ſondern auch die phyſikaliſchen Verhältniſſe der Körper, namentlich den Aggregationszuſtand, erklären ſollte. Er dachte ſich alle Körper als aus kryſtalliniſchen kleinſten Theilchen (Differentialen, die er jedoch von den eigentlichen Atomen unterſchied) beſtehend, deren Kryſtallgeſtalt die der Körper ſelbſt iſt; ein ſolches kryſtalliniſches kleinſtes Theilchen ſoll ſo viele Pole haben, als ſeiner Geſtalt Ecken zukommen. Die ſich diametral entgegengeſetzten Pole enthalten entgegengeſetzte Elektricitäten, ſo lange der Körper feſt oder tropfbar flüſſig bleibt; iſt der Körper feſt, ſo ſtehen die freien Elektricitäten in den entgegengeſetzten Polen nicht im Gleichgewicht mit einander, ſondern in den Säuren z. B. enthalten die negativen Pole mehr freie Elektricität als die poſitiven, während in den Oxyden das Umgekehrte ſtattfindet. Mit dem Flüſſigwerden eines Körpers ſoll dieſe Verſchiedenheit in der Stärke der entgegengeſetzten Elektricitäten aufhören, alſo dann die freie Elektricität der negativen Pole mit der freien Elektricität der poſitiven Pole gleich ſtark ſein; aus dieſem Gleichgewicht der Elektricitäten in Flüſſigkeiten ſoll die leichte Verſchiebbarkeit der kleinſten Theilchen als Folge hervorgehen. Der Uebergang in den elaſtiſch flüſſigen

[1]) Johann Salomo Chriſtoph Schweigger iſt zu Erlangen 1779 geboren. Er ſtudirte in ſeiner Vaterſtadt die Naturwiſſenſchaften, und habilitirte ſich daſelbſt 1800 als Privatdocent. 1803 wurde er zum Profeſſor der Mathematik und Phyſik an dem Gymnaſium zu Baireuth ernannt, 1811 übernahm er dieſelbe Lehrſtelle an der Gewerbsſchule zu Nürnberg. Nach einer 1816 durch Frankreich und England unternommenen Reiſe lebte er ein Jahr in München als Mitglied der dortigen Akademie; dann übernahm er die Profeſſur der Phyſik und Chemie in Erlangen. 1819 folgte er einer Berufung für dieſelben Lehrfächer nach Halle. 1811 hatte er die Redaction des von Gehlen bisher geleiteten Journals für Phyſik und Chemie übernommen, welches er bis 1833 herausgab. — In der Geſchichte der Phyſik iſt ſein Name durch die Erfindung des Multiplicators zur Meſſung galvaniſcher Ströme (1820) ausgezeichnet; in der letzten Zeit beſchäftigten ihn vorzugsweiſe Unterſuchungen über die naturhiſtoriſchen Kenntniſſe und ihre myſteriöſe Bezeichnung bei den Völkern des Alterthums.

Zuſtand ſoll endlich darauf beruhen, daß alle Pole eines Körpers dieſelbe Elektricität annehmen, indem die Expanſionskraft der Gasarten als elektriſche Abſtoßung angeſehen wird. — Die chemiſche Verbindung beruht nach Schweigger auf der Anziehung entgegengeſetzt elektriſcher Pole der kleinſten Theilchen verſchiedener Körper; die Reſultate, die hieraus abgeleitet werden, ſtehen im Einklang mit der Lehre von den beſtimmten Verbindungsverhältniſſen, inſofern Schweigger doch ſeinen hypothetiſchen kryſtalliniſchen kleinſten Theilchen im Weſentlichen, namentlich in Beziehung auf Gewichtsverhältniſſe, die Eigenſchaften beilegte, die den Atomen im chemiſchen Sinne zukommen. So z. B. erklärte Schweigger, indem er die Zahl der Pole an einem kleinſten Theilchen beſchränkt annahm, und aus der Definition der Bildung einer chemiſchen Verbindung als einer Aneinanderlagerung entgegengeſetzt elektriſcher Pole der Beſtandtheile, daß chemiſche Verbindungen nicht nach allen möglichen, ſondern nur nach wenigen Verhältniſſen ſtatthaben können. Schweigger's elektrochemiſche Theorie.

Schweigger's Theorie erfreuete ſich nie allgemeineren Beifalls. In ihr finden ſich indeß zwei Punkte, welche hervorgehoben zu werden verdienen, weil ſie ſich in der elektrochemiſchen Theorie, die ſpäter die herrſchende wurde und noch die verbreitetſte iſt, wieder finden. Ich meine die Annahme von Polen in Einem kleinſten Theilchen eines Körpers und die Annahme von verſchieden großer Menge oder Intenſität freier Elektricität in jedem dieſer Pole, welche beide auch Berzelius ſeiner ſcharfſinnigen elektrochemiſchen Theorie zu Grunde legte.

Berzelius ſtellte ſeine elektrochemiſche Theorie 1819 vollſtändig auf; von 1813 an jedoch erwähnte er bereits dahin Bezügliches. Dieſe Theorie war allen chemiſchen Erfahrungen ſo gut angepaßt, daß noch keine neuere Beobachtung ſie widerlegt hat. Berzelius nahm eine elektriſche Polarität der Atome aller Körper an, wobei die Menge der Elektricität in dem einen Pol der in dem andern nicht gleich zu ſein braucht, ſondern ſie überwiegen kann. So hat in dem Sauerſtoff die negative, in dem Kalium die poſitive Elektricität das Uebergewicht. Von dem größeren oder geringeren Vorwalten der Elektricität des einen Pols gegen die des andern hängt die Stelle ab, welche ein Körper in der elektriſchen Reihe einnimmt. Berzelius berückſichtigte aber noch außerdem, daß die abſolute Menge der in einem Pole vorhandenen Elektricität bei verſchiedenen Körpern ver- Berzelius' elektrochemiſche Theorie.

Berzelius' elektrochemiſche Theorie.

ſchieden ſein könne, und dieſe Verſchiedenheit in der abſoluten Menge der in einem Pole enthaltenen Elektricität bei verſchiedenen Körpern bezeichnete er als Intenſität der Polariſation. Berzelius ſprach aus, daß die Affinität nur in der Intenſität der elektriſchen Polariſation beſteht, und daß die letztere von der Temperatur abhängig iſt. Chemiſche Verbindung beruht hiernach auf dem Aneinanderlagern der entgegengeſetzt elektriſchen Pole der kleinſten Theilchen zweier verſchiedener Körper, wobei ſich die entgegengeſetzten Elektricitäten dieſer Pole zu Wärme und Feuer verbinden, und vollſtändige oder theilweiſe Neutraliſation der entgegengeſetzten Elektricitäten eintritt. Es ſtellte ſich hiernach die Erfahrung, daß die Verwandtſchaftsäußerungen beſonders dann eintreten, wenn beide auf einander wirkende Körper, oder doch wenigſtens einer derſelben, flüſſig ſind, einfach als Folge dieſer elektrochemiſchen Theorie heraus, indem die chemiſche Vereinigung, das Aneinanderlagern der entgegengeſetzt elektriſchen Pole der verſchiedenen Körper, nur dann vor ſich gehen kann, wenn dieſe kleinſten Theilchen hinlängliche Freiheit der Bewegung haben. Berzelius kam zu dem Schluß, daß, was wir chemiſche Affinität oder Verwandtſchaft nennen, mit allen ihren Abänderungen, nichts anderes iſt, als die Wirkung der elektriſchen Polarität der kleinſten Körpertheilchen, daß alſo die Elektricität die erſte Urſache aller chemiſchen Wirkungen iſt.

Wir haben ſo die Betrachtung der verſchiedenen Theorien über die Affinität von der früheſten Zeit, wo Anſichten über dieſen Gegenſtand ausgeſprochen wurden, bis auf die Gegenwart fortgeſetzt. Bei der Berzelius'ſchen Theorie konnte ſich um ſo kürzer gefaßt werden, da ſie die noch von den meiſten Chemikern angenommene iſt, und ihre Erörterung deßhalb paſſender in den Lehrbüchern, als in einer Geſchichte der Chemie ihren Platz findet. Dieſelbe Rückſicht läßt die Beſprechung einiger neueren elektrochemiſchen Theorien und mehrerer anderen, noch ſchwebenden, Fragen hier unterbleiben; unerwähnt darf jedoch bei einer geſchichtlichen Darſtellung der Bemühungen, einen Zuſammenhang zwiſchen Elektricitäts- und Affinitätserſcheinungen zu begründen, die wichtige Entdeckung Faraday's nicht bleiben, der 1834 auffand, daß ein gleich ſtarker elektriſcher Strom, durch verſchiedene zerſetzbare Körper nach einander geleitet, aus ihnen allen gleiche Aequivalente der verbundenen Körper abſcheidet. Es bringt dieſe Entdeckung die Lehre von dem Elektrochemismus in einen innigeren Zuſammenhang

mit den Geſetzen der Affinität hinſichtlich der Quantitäten, in welchen ſich die verſchiedenen Stoffe vereinigen; man kann faſt von allen früheren Beſtrebungen und Theorien in dieſer Beziehung ſagen, daß ſie nur die qualitativen Erſcheinungen der Verwandtſchaft zu erklären beabſichtigten. — Die quantitativen Verhältniſſe, welche bei der Vereinigung heterogener Stoffe zu einer chemiſchen Verbindung ſich zeigen, haben wir im Vorhergehenden noch nicht oder doch nur in der Art, wie ſie gerade zum Verſtändniß einzelner Theorien über das Weſen der Verwandtſchaft zu berückſichtigen waren, erwähnt. Wir wollen die Art, wie die Geſetze über die Gewichtsverhältniſſe der verſchiedenen Beſtandtheile bei der Vereinigung zu einer Verbindung erkannt wurden, nun zum Gegenſtand einer beſonderen Unterſuchung machen. Wir haben dieſen Gegenſtand als einen einzelnen Theil der Lehre von der Eigenthümlichkeit und der Zuſammenſetzung der chemiſchen Verbindungen zu betrachten, um einen klaren Ueberblick darüber zu gewinnen; Einiges über die Erkenntniß des Begriffs einer chemiſchen Verbindung iſt deßhalb noch vorauszuſchicken.

Erkenntniß des Begriffs: chemiſche Verbindung.

Frühere Anſichten uber Beſtandtheile und Verbindungen.

Zweck des vorliegenden Abſchnittes iſt, zu unterſuchen, wie ſich die Anſichten entwickelten und berichtigten über die chemiſche Verbindung, wie man zuletzt dazu kam, ſie anzuſehen als das Product, entſtanden aus dem Zuſammentreten von Beſtandtheilen, welche darin nach ihrer Natur noch unverändert enthalten ſind und daraus wieder abgeſchieden werden können.

In den früheſten Zeiten der Chemie wurde im Allgemeinen jeder durch beſondere Eigenſchaften ausgezeichnete Körper als ein ens sui generis betrachtet, als ein eigenthümlicher Körper, bei welchem die Zuſammenſetzung kaum ein Gegenſtand eigentlicher Unterſuchung war. Die Bildung eines neuen Körpers durch das Aufeinanderwirken verſchiedener Subſtanzen wurde als ein wahres Schaffen angeſehen, nicht als ein Vereinigen verſchiedener Beſtandtheile zu einer Verbindung oder als ein Abſcheiden eines Beſtandtheils zu einer Verbindung. Wo vor dem 16. Jahrhundert davon die Rede iſt, daß ein beſtimmter Körper ein Beſtandtheil eines andern ſei, daß er ſchon fertig gebildet in einem andern enthalten ſei, ſcheint im Allgemeinen der Begriff einer Miſchung, nicht der einer chemiſchen Verbindung, vorgewaltet zu haben In dieſem Sinne iſt z. B. früh von Erzen die Rede, welche beſtimmte Metalle enthalten, in dieſem Sinne iſt von dem Salz als einem Beſtandtheil des Salzwaſſers die Rede. Es ſcheint im Allgemeinen bis zu dem angegebenen Zeitpunkte die herrſchende Anſicht geweſen zu ſein, daß mit dem chemiſchen Einwirken zweier Körper auf einander die eigenthümliche Natur eines jeden von dieſen vernichtet wird, daß der aus ihnen entſtehende Körper ein neuer iſt, an Eigenthümlichkeit jedem der früheren vergleichbar. Wo wir jetzt ſagen: wir können aus einem beſtimmten Körper einen eigenthümlichen ausſcheiden, da ſagte man früher: jener

beſtimmte Körper iſt geſchickt, um dieſen eigenthümlichen hervorzubringen; die Darſtellung wurde gewiſſermaßen als ein Act des Schaffens betrachtet. Die von Einigen, z. B. von Geber, geäußerten Anſichten über die Zuſammenſetzung einiger Körper, deren wir gleich erwähnen werden, waren nur theoretiſche, die hinſichtlich der Anſtellung und Erklärung der chemiſchen Proceſſe nicht den geringſten Einfluß ausüben. Nur aus einer ſolchen Anſchauungsweiſe der Eigenthümlichkeit jedes chemiſch individuellen Stoffes, nur aus einer ſolchen Anſicht, daß die Darſtellung eines jeden Körpers ein Schaffen von etwas vorher noch nicht Exiſtirendem ſei, läßt es ſich erklären, wie von ſo Vielen die Möglichkeit der Hervorbringung von Gold, Silber u. ſ. w. vertheidigt wurde, wie von Paracelſus im 16. Jahrhundert das Entſtehen von Kupfer in einer Auflöſung von blauem Vitriol, in welche man metalliſches Eiſen legt, als eine Hervorbringung von vorher noch nicht exiſtirt habendem Kupfer angeſehen wurde (eine Meinung, die ſich bis in das 17. Jahrhundert erhielt), wie dieſer Proceß als gleich wichtig und gleich wunderbar betrachtet wurde mit dem angeblichen, daß durch eine gewiſſe Behandlung des ſalpeterſauren Bleies mit Salmiak und Aetzkali wirkliches Queckſilber erhalten werden könne.

Frühere Anſichten über Beſtandtheile und Verbindungen.

Eine klarere Einſicht über das Verhältniß einer Verbindung zu ihren Beſtandtheilen entwickelte ſich erſt im 17. Jahrhundert. Daß einzelne Körper zuſammengeſetzt ſind, und zwar, daß ähnliche Körper aus ähnlichen Beſtandtheilen beſtehen, findet ſich zwar ſchon bei Geber erwähnt. Bei der ſpeciellen Betrachtung dieſes Chemikers (Theil I, Seite 55) habe ich ſchon ſeiner Anſichten über die Conſtitution der Metalle gedacht, und werde bei Betrachtung der verſchiedenen Meinungen über die Metalle noch einmal darauf zurückkommen. Hier genügt es, kurz zu erinnern, daß Geber alle Metalle als aus Queckſilber und Schwefel (von verſchiedener Reinheit und in verſchiedenen Verhältniſſen mit einander verbunden) zuſammengeſetzt anſah. Geber betrachtete Queckſilber und Schwefel als wahre Beſtandtheile der Metalle, aber dieſe Beſtandtheile waren nicht darſtellbar; was er in dieſer Beziehung Queckſilber und Schwefel nannte, waren nicht die unter dieſem Namen wirklich exiſtirenden Subſtanzen. Inſofern hat Geber's Anſicht wenig Licht auf das Verhältniß zwiſchen einer Verbindung und ihren Beſtandtheilen geworfen; eine Erkenntniß dieſes Verhältniſſes konnte erſt dann ſich Bahn brechen, als man verſchiedene Stoffe in darſtellbare Beſtandtheile zu zerlegen ſuchte, als man beſtimmte Körper, die

Geber's Anſicht darüber.

Digitized by Google

Anſichten über Beſtandtheile und Verbindungen.

eine Verbindung zu Wege bringen können, in dieſer Verbindung nachzuweiſen ſuchte.

Während des ganzen Zeitalters der Alchemie blieb der richtige Begriff der chemiſchen Verbindung unbekannt. Aeußerte auch der eine oder andere Chemiker naturgemäße Anſichten, ſo wurden dieſe doch keineswegs allgemein angenommen. So z. B. ſprach Norton ſchon 1477 in ſeinem Crede mihi aus, daß die Metalle in ihren Auflöſungen noch unverändert enthalten ſind: Metalla manent in sua integra compositione, cum ab aquis fortibus dissolvuntur; allein alle ſeine Zeitgenoſſen und nächſten Nachfolger waren doch noch der Meinung, ein Beſtandtheil, der in eine Verbindung eingehe, werde dadurch ſeiner ganzen Natur nach vernichtet. Erſt gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts erſcheinen einzelne Andeutungen über einen richtigeren Begriff der chemiſchen Verbindung. Angelus Sala betrachtete ſchon in ſeiner Synopsis aphorismorum chymiatricorum (1620) den Salmiak als aus Salzſäure und flüchtigem Laugenſalz zuſammengeſetzt, und derſelbe wußte, daß das Kupfer, was ſich durch Eiſen aus einer Löſung von Vitriol niederſchlagen läßt, in dem letzteren Körper bereits enthalten iſt. Aber als den erſten Chemiker, welcher ſich klarer ausgeſprochen hat, haben wir van Helmont zu nennen. In ſeinen 1648 herausgekommenen Schriften (er ſtarb ſchon 1644) wird zuerſt die Meinung ausgeſprochen, daß ein Metall, in einer Säure gelöſt, doch noch darin mit allen ſeinen Eigenthümlichkeiten enthalten iſt; daß das Metall nicht durch dieſe Verbindung mit der Säure von Grund aus zerſtört wird und ſich ein neuer ganz eigenthümlicher Körper bildet, ſondern daß ſich in der Auflöſung noch das Metall unverändert befindet. Er ſpricht dies beſonders aus, wo er von der Auflöſung des Silbers in Salpeterſäure redet: Licet argentum, in chrysulca dissolutum, periisse, quatenus aquae forma, videatur, permanet tamen in pristina sui essentia; prout sal in aqua solutum, sal est, manet, et inde reperitur, sine salis mutatione. Auf dieſe Anſicht geſtützt, ſuchte er zu beweiſen, daß das niederfallende Kupfer, bei dem Einlegen von Eiſen in Cementwaſſer, kein neu geſchaffenes ſei, daß hierbei keine Metallverwandlung eintrete, ſondern daß der Vorgang darauf beruhe, daß in dem Cementwaſſer bereits Kupfer enthalten ſei. — Auch hebt er noch beſonders und an verſchiedenen Stellen hervor, daß ein Körper, mit einem andern vereinigt, und dann wieder abgeſchieden, daſſelbe Gewicht zeigt, wie zuvor. Namentlich zeigt er dies an der Kieſelerde, die er mit Kali zu Glas

Van Helmont's Anſicht darüber.

ſchmelzen, auflöſen und mit Säure wieder niederſchlagen läßt, wo nach ihm niederfällt arena eodem pondere, quae prius, faciundo vitro, aptabatur, oder auch: separatur ab alcali, pondere pristini pulveris lapidum. Daraus ſchließt er: Terra ergo immutata persistit. — Ebenſo hat van Helmont zuerſt darauf aufmerkſam gemacht, daß ſich bei Bildung chemiſcher Verbindungen häufig Wärmeentwicklung zeigt.

Anſichten über Beſtandtheile und Verbindungen.

Weiter noch in der Erkenntniß der Beſtandtheile vieler Verbindungen drang Glauber vor. Er hatte in die Zuſammenſetzung der meiſten zu der damaligen Zeit bekannten Salze klare Einſicht, er hatte ſie ſich verſchafft theils durch Beachtung des Umſtandes, aus welchen Beſtandtheilen eine Verbindung gebildet wird, theils durch Unterſuchung, in welche Beſtandtheile ſich eine Verbindung zerlegen läßt. Glauber hat ſich beſonders in ſeinem Werke novi furni philosophici, 1648, darüber mehrfach ausgeſprochen, und aus dieſem iſt die folgende kurze Darſtellung ſeiner Kenntniſſe über die qualitative Conſtitution der Verbindungen entnommen. Er kannte die Zuſammenſetzung der Salze, welche aus der Vereinigung der Schwefel- und Salpeterſäure mit den fixen und flüchtigen Alkalien hervorgehen, und die zum Theil lange noch nach ihm benannt wurden; hinſichtlich der Zuſammenſetzung des Salmiaks ſagte er richtig: »in dem sal armoniac ſind zweierlei Salien, nämlich ein sal acidum, commune, und ein sal volatile urinae.« Er kannte auch die Zuſammenſetzung mehrerer Metallchloride, welche er auf ähnliche Weiſe darſtellte, wie das Antimonchlorid, und die Zuſammenſetzung dieſes letzteren Körpers giebt er in verſchiedenen Stellen richtig an: »Wiewohl das ſchwere und dicke oleum antimonii, welches man Butyrum nennt, — — nichts anders iſt, als ein spiritus salis, darin der regulus Antimonii ſolvirt iſt«, und: »daraus zu ſchließen, daß ſolches dicke oleum nichts anders ſei, als eine solutio Antimonii cum spiritu salis: weilen der Spiritus Salis und Flores Antimonii eben ein ſolches dicke oleum oder butyrum geben.« In dieſer Art beſtimmte Glauber die Zuſammenſetzung verſchiedener Verbindungen; ſein Verdienſt hierum iſt um ſo größer, da er, was die genaue Angabe der näheren Beſtandtheile einer Verbindung angeht, keinen Vorgänger hatte.

Glauber's Kenntniſſe darüber.

In den zunächſt folgenden Jahren wird die Kenntniß der Zuſammenſetzung einzelner Verbindungen immer allgemeiner. Sylvius de le Boë und Otto Tachenius kannten die Beſtandtheile mehrerer Salze; ihre Schriften, woraus dies hervorgeht, fallen zwiſchen 1660 und 1670.

Anſichten über Beſtandtheile und Verbindungen. Boyle's Anſichten.

Der nächſte Chemiker indeß, welcher die Kenntniſſe in dieſer Beziehung weſentlich förderte, war Boyle; ſeine Arbeiten hierüber gehören der Zeit von 1660 bis 1680 an. Bereits oben, Seite 307 dieſes Bandes, habe ich eine Stelle mitgetheilt, aus welcher ſeine klare Einſicht in die Zuſammenſetzung mehrerer Schwefelverbindungen hervorgeht; aber ganz allgemein zeigt er über die Verhältniſſe der Beſtandtheile unter einander und zu ihren Verbindungen ſehr genügende Kenntniſſe. Bei ihm zuerſt finden wir die Unterſchiede zwiſchen einfacheren und complicirteren Verbindungen, zwiſchen näheren und entfernteren Beſtandtheilen hervorgehoben. In ſeinem Chemista scepticus (1661) ſagt er: Licet enim nonnulla (corpora) ex coalitionibus immediatis elementorum, ipsorumve principiorum, constare videantur, exindeque prima mista, seu mista primaria possint appellari: videtur tamen, multa corpora misceri, ut sic dicam, secundario, cum immediata ipsorum ingredientia non sint elementaria, sed haec mista primaria modo commemorata, atque ex pluribus eorum, quae sunt generis hujus secundarii mixtorum, emergere per ulteriorem compositionem potest tertium genus, et ita deinceps. — Boyle hatte den Begriff der chemiſchen Verbindung ſo wohl gefaßt, daß es ihm ſogar möglich war, ſich eine Frage vorzulegen, die noch in der neueſten Zeit erörtert wird; nämlich ob Verbindungen von ungleicher Ordnung ſich wieder vereinigen können, z. B. ein Element mit einer Verbindung, oder ob auch zwiſchen Subſtanzen von verſchiedenem Grade der Zuſammenſetzung weitere Vereinigung möglich iſt. Er entſchied ſich für das letztere: Neque est improbabile, quaedam corpora ex corporibus mixtis, non quae omnia ejusdem sint ordinis, sed diversorum, constitui; ut (exempli causa) concretum aliquod constare ex ingredientibus potest, quorum unum potuit esse corpus mixtum primarium, alterum vero secundarium; — — vel forte compositum esse ex mixtis corporibus potest, quorum alia ad primum, alia ad tertium genus pertinent. — Aber nicht nur für die theoretiſche Anſchauung der Verbindung, ſondern auch für die praktiſche Ausmittelung der Beſtandtheile hat Boyle viel gethan. In der geſchichtlichen Ueberſicht der Ausbildung der analytiſchen Chemie ſind mehrfach Belege enthalten, wie er die Beſtandtheile der verſchiedenartigſten Verbindungen zu beſtimmen mit Erfolg verſuchte. Ich brauche mich deßhalb hier nicht länger mit einer Aufzählung der Körper aufzuhalten, deren qualitative Zuſammenſetzung Boyle richtig erkannte; bemerken will ich indeß

Anſichten über Beſtandtheile und Verbindungen. Boyle's Anſichten.

noch, daß auch für ihn es hauptſächlich die Salze waren, deren Zuſammenſetzung er zu beſtimmen ſuchte. In Verbindung hiermit ſteht noch eine Beobachtung von ihm, die zwar ſchon den älteren Chemikern nicht entgangen ſein konnte, die ich indeß bei Boyle zuerſt beſtimmt ausgeſprochen finde, daß nämlich die hervorſtechendſten Eigenſchaften der Beſtandtheile verſchwinden, wenn dieſe ſich zu Verbindungen vereinigen. Beſonders fiel ihm auf, daß in den Salzen die ätzende Eigenſchaft beider Beſtandtheile, der Säuren wie der Laugenſalze, verſchwunden iſt, und er ſchenkte dem Gegenſtande gebührende Aufmerkſamkeit. In ſeinem Werke Tentamina quaedam physiologica (welches 1661 herauskam) ſpricht er, wo er von dem Salpeter handelt, ganz allgemein aus, daß zwei vollkommen unähnliche Körper ſich in der Art verbinden können, ut ex utriusque arcto coalitu tertium quoddam corpus progeneretur qualitatibus novis imbutum. Boyle wußte indeß, daß wenn auch die Eigenſchaften der Beſtandtheile in der Verbindung untergehen, ähnliche Eigenſchaften der Verbindungen doch oft auf eine gewiſſe Analogie in der Zuſammenſetzung ſchließen laſſen; daß z. B. die blaue oder grüne Farbe eines Salzes eine Andeutung von Gehalt an Kupfer iſt, daß Körper von beſtimmten chemiſchen Eigenſchaften, wie Säuren und Alkalien, bei ihrer Verbindung immer Körper von gemeinſamen Eigenſchaften, ſalzartige Verbindungen, geben.

Wenige von Boyle's unmittelbarſten Nachfolgern haben für die Erkenntniß der Natur der chemiſchen Verbindungen ſo viel gethan, als er. Gleichzeitig mit ihm, 1668, beſchäftigte ſich noch ein anderer engliſcher Gelehrter, Mayow, mit der Unterſuchung des Verhältniſſes der Beſtandtheile zu der Verbindung, welche ſie bilden. Mayow's Unterſuchungen gingen weniger darauf, für viele einzelne Fälle die Zuſammenſetzung auszumitteln, aber ſeine klare Einſicht in das Allgemeine der Sache iſt bemerkenswerth. Er ſprach aus, daß bei Bildung einer chemiſchen Verbindung von den Beſtandtheilen Nichts verloren geht; daß wenn auch die entſtehende Verbindung ganz andere Eigenſchaften erkennen läßt, als vorher die Beſtandtheile einzeln zeigten, doch keine annihilatio, wie er ſich ausdrückt, der Beſtandtheile ſtattfindet; daß die Beſtandtheile mit allen ihren Eigenſchaften, unverändert, in eine Verbindung eintreten, und unverändert wieder daraus dargeſtellt werden können.

Boerhave's Anſichten.

Eben daſſelbe bemühte ſich auch noch Boerhave 1732 zu zeigen; ein Beweis, daß ſelbſt noch zu dieſer Zeit es nicht ganz allgemein aner-

Anſichten über Beſtandtheile und Verbindungen. Boerhave's Anſichten.

kannt war, daß chemiſche Verbindung nur innige Vereinigung zweier Körper, nicht das Schaffen einer ganz neuen Subſtanz, iſt. Boerhave ſucht den Beweis zu führen, daß das Löſungsmittel, indem es ſich mit dem aufzulöſenden Körper verbindet, die kleinſten Theilchen des letzteren, alſo ſeine chemiſche Eigenthümlichkeit, unverändert läßt. Er ſpricht von der Veränderung der Eigenſchaften, welche unter dieſen Umſtänden eintritt: (Illa mutatio) vix autem apparet tribuenda verae et propriae mutationi introductae a menstruo in particulas ipsas solutas. Novi equidem principes in chemia autores aliter censere; ipsa tamen res sententiae modo prolatae favet. Und nun zeigt er, daß die edlen Metalle, in was immer aufgelöſt, unverändert durch Glühen wieder erhalten werden können, daß es mit allen anderen Subſtanzen ähnlich ſich verhält, daß alſo bei der Löſung (bei der chemiſchen Verbindung) die kleinſten Theilchen des zu Löſenden, ſeine individuelle chemiſche Natur, nicht geändert wird. Selten nur, ſagt Boerhave, würden die Elemente durch Eingehen in eine Verbindung chemiſch abgeändert, und auch dann wohl nur ſcheinbar; wie Boerhave dieſen Satz durchgeführt hat, iſt zu charakteriſtiſch für die damaligen Kenntniſſe über chemiſche Verbindung, als daß ich es hier nicht erwähnen ſollte. Er ſagt, es gäbe allerdings gewiſſe Fälle, wo man Urſache haben könnte, anzunehmen, ein Beſtandtheil, der in eine Verbindung eingehe, ſei nun in dieſer nicht mehr unverändert enthalten. So z. B. wenn man Eſſig mit Bleikalk verbinde, erhalte man Bleizucker, und ob in dieſem noch Eſſig enthalten ſei, ſtehe dahin, denn bei der Deſtillation erhalte man keinen Eſſig, ſondern eine entzündliche Flüſſigkeit eigener Art. Ob aber hier wirklich eine Verwandlung der Eſſigſäure anzunehmen ſei? Boerhave glaubt nein, denn es gebe ſo viele Beiſpiele, wo die Eigenſchaften eines Körpers ſich ſcheinbar ändern, ohne daß doch die Natur des Körpers geändert werde. Ein ſcharfes Meſſer bleibe was es iſt, ob es nun in eine Scheide eingehüllt ſei oder nicht; aber ſeine Wirkungen, ſeine Eigenſchaften ſeien in beiden Fällen ſehr verſchieden. So auch ſei es möglich, daß der Eſſig bei der Deſtillation des Bleizuckers gewiſſe Bleitheilchen mit herüberführe, deren Beimiſchung die urſprünglichen Eigenſchaften des Eſſigs nicht mehr erkennen laſſe. Dieſe Erklärung hält Boerhave mindeſtens für wahrſcheinlicher, als die Annahme, ein Körper werde durch Eintritt in eine Verbindung wirklich ſeiner ganzen Natur nach zerſtört. — Boerhave'n kommt auch noch das Verdienſt zu, hauptſächlich den Unterſchied zwiſchen chemiſcher

Verbindung und mechaniſcher Mengung hervorgehoben zu haben. Er ſagt, eine chemiſche Verbindung ſei die, wo ſich in der Ruhe die Beſtandtheile nicht von einander ſondern, wenn ſie auch ein ſehr verſchiedenes ſpecifiſches Gewicht haben; bei Mengungen hingegen, namentlich bei der von Flüſſigkeiten, trete eine ſolche Abſonderung ein. Als weiteres Kennzeichen einer chemiſchen Verbindung hebt er hervor, daß eine ſolche in ihren kleinſten Theilchen überall homogene Zuſammenſetzung zeige, während dieſes bei mechaniſchen Mengungen nicht der Fall ſei. — Die Wärmeentwicklung und das Verſchwinden der charakteriſtiſchen Eigenſchaften der Beſtandtheile bei Bildung einer chemiſchen Verbindung beſpricht Boerhave als eine bekannte Sache.

Anſichten über Beſtandtheile und Verbindungen. Boerhave's Anſichten.

Von Boerhave's Zeit an wird der Begriff der chemiſchen Verbindung allgemeiner richtig aufgefaßt; es werden darin als Beſtandtheile Körper angenommen, auf welche entweder das Experiment hinführt, welche darſtellbar ſind, oder welche als nothwendige Folge einer anerkannten Theorie darin vorausgeſetzt werden müſſen. Die Ausmittelung der Beſtandtheile einer Verbindung mit Rückſicht auf die der Eigenſchaften der letzteren gewann an Wichtigkeit, als der Grundſatz immer mehr durchdrang, daß analoges Verhalten, gemeinſames Stattfinden Einer ausgezeichneten Eigenſchaft bei mehreren Verbindungen, überhaupt den Gehalt an Einem beſtimmten Beſtandtheile anzeige. Dieſer Grundſatz wurde hauptſächlich in dem erſten Viertel des 18. Jahrhunderts geltend gemacht, als die phlogiſtiſche Theorie ſich erhob, wo die wichtigſte chemiſche Eigenſchaft, die Verbrennlichkeit, allgemein dem Gehalt an Einem Beſtandtheile, dem Phlogiſton, zugeſchrieben wurde. Er erhielt ſich lange allgemein, und z. B. Lavoiſier noch befolgte ihn, als er 1778 ausſprach, daß die gemeinſame Eigenſchaft aller Säuren dem gemeinſamen Gehalte derſelben an Einem Beſtandtheile, dem Sauerſtoff, zuzuſchreiben ſei. Was die weitere Ausbildung der Kenntniſſe über die chemiſche Verbindung im Allgemeinen durch die quantitative Unterſuchung, was die richtigere Erkenntniß der Conſtitution einzelner Verbindungen oder ganzer Klaſſen analoger Körper, wie Säuren, Oxyde, Salze u. ſ. w. angeht, mag bei der ſpeciellen Geſchichte über dieſe Gegenſtände nachgeſehen werden. Ehe wir jedoch die Betrachtung, wie ſich der Begriff der chemiſchen Verbindung überhaupt ausbildete, beſchließen, will ich noch hervorheben, wie ſich alle Hauptfragen der letzten Entwicklungsperiode darin concentrirten, ob eine gewiſſe Thatſache auf Bildung oder Zerſetzung einer

Spätere Anſichten über die Verbindungen.

Spätere Anſichten über die Verbindungen.

Verbindung beruht. So z. B. dreht ſich (1780—1790) der Streit zwiſchen der phlogiſtiſchen und antiphlogiſtiſchen Theorie um die Frage:

Iſt Verbrennung Verluſt des Phlogiſtons
oder Aufnahme von Sauerſtoff?

oder ſpecieller:

Iſt ein Metall = Metallkalk + Phlogiſton,
oder = Metallkalk — Sauerſtoff?

Schon früher, gegen 1770, war der Streit über die Natur des Aetzkalkes in folgender Frage enthalten (vergl. Alkalien):

Iſt Aetzkalk = milder Kalk + acidum pingue,
oder = milder Kalk — Kohlenſäure?

Der Streit über die Natur des Waſſers drehte ſich zuletzt um die Entſcheidung der Fragen:

Iſt Waſſerſtoff = Waſſer + Phlogiſton,
oder = Waſſer — Sauerſtoff,
oder = Waſſer + poſitiver Elektricität?

Bei der Entdeckung der Alkalimetalle (1807) wurden gegen die einfache Natur derſelben Einwürfe gemacht, über welche zu entſcheiden die Bejahung einer der Fragen gerechtfertigt werden mußte:

Sind die Alkalimetalle = Alkali — Sauerſtoff,
oder = Alkali + Waſſerſtoff?

Die Unterſuchungen, in Folge derer das Chlor als einfacher Körper anerkannt wurde, erörterten die Fragen:

Iſt das Chlor = Salzſäure (gasförmige) — Waſſerſtoff,
oder = Salzſäure (hypoth. trockne) + Sauerſtoff?

Dieſe Beiſpiele ließen ſich noch vervielfältigen, die aufgezählten reichen indeß hin, um anſchaulich zu machen, wie die richtige Erkenntniß der chemiſchen Verbindungen mit der richtigen Theorie der ganzen Chemie identiſch iſt.

Verlaſſen wir dieſe allgemeineren Betrachtungen, und gehen noch einmal darauf zurück, wie ſich die Anſichten über eine Abhängigkeit der Eigenſchaften einer Verbindung von ihrem Gehalt an Beſtandtheilen entwickelten. Wir werden dadurch zu einer Unterſuchung geführt, die uns im Folgenden weitläufiger beſchäftigen wird. Die Erkenntniß nämlich, daß eine Abhängigkeit der Eigenſchaften einer Verbindung von der quantitativen Zuſammenſetzung exiſtirt, iſt das erſte Vorkommen einer Beachtung des letzte-

Berückſichtigung der quantitativen Zuſammenſetzung chemiſcher Verbindungen.

ren Begriffs, und da wir in dem Folgenden die Entwicklung der Geſetze über die Gewichtsverhältniſſe der Beſtandtheile in Verbindungen kennen lernen wollen, ſo mag paſſend dieſe Aufzählung der Anſichten über das Weſen der chemiſchen Verbindung damit ſchließen, zu zeigen, wann zuerſt die quantitative Miſchung als die Eigenſchaften der Verbindung bedingend angeſehen wurde. Denn wenn auch ſchon die Alchemiſten alle Metalle als Verbindungen derſelben Beſtandtheile in verſchiedenen Verhältniſſen betrachteten, ſo gaben ſie doch auch immer zugleich eine Verſchiedenheit der Reinheit der Beſtandtheile, alſo eine Verſchiedenheit ihrer Qualität, als Urſache der verſchiedenen Eigenſchaften der Metalle an.

Mit der deutlicheren Anſchauung, was eine chemiſche Verbindung ſei, mußte es nothwendig erkannt werden, daß die Eigenſchaften einer Verbindung von den Beſtandtheilen wenigſtens in der Art abhängen, daß ein Gehalt an anderen Beſtandtheilen andere Eigenſchaften hervorbringt, indem ja doch andere Verbindungen andere Eigenſchaften haben müſſen. Sehr frühe bereits finden wir denn auch ſchon abweichende Zuſammenſetzung als Grund von verſchiedenen Eigenſchaften angegeben, aber wohlgemerkt, immer qualitativ abweichende Zuſammenſetzung. Von da war aber noch ein weiter Schritt bis zu der Aufſtellung der Anſicht, daß, um zwei Verbindungen von verſchiedenen Eigenſchaften hervorzubringen, nicht das Zuſammentreten verſchiedener Beſtandtheile erforderlich iſt, ſondern daß ganz dieſelben Beſtandtheile, in verſchiedenen Mengenverhältniſſen ſich verbindend, Körper von verſchiedenen Eigenſchaften bilden können. Es war dies die erſte Annäherung zu dem Begriffe der Conſtitution eines Körpers nach dem Gewichte.

Dieſer Schritt wurde mit Beſtimmtheit zuerſt von Stahl gethan. Beſchäftigte er ſich auch ſonſt weniger mit quantitativen Unterſuchungen, wie überhaupt die Vernachläſſigung derſelben das Zeitalter der phlogiſtiſchen Theorie charakteriſirt, ſo hat er doch zuerſt dieſen Satz in der Wiſſenſchaft geltend gemacht. — Bei Stahl findet ſich öfters, wenn von verſchiedenen Subſtanzen die Rede iſt, größerer oder geringerer Gehalt an Einem Beſtandtheile als Urſache der Verſchiedenheit angegeben. So z. B. unterſcheidet ſich nach Stahl die ſchweflige Säure von dem Schwefel durch einen geringeren Gehalt an Phlogiſton; ſchweflige Säure und Schwefel beſtehen beide nach ihm aus Schwefelſäure und Phlogiſton, aber in verſchiedenen Verhältniſſen; und dieſer Unterſchied in dem Zuſammenſetzungsverhältniß iſt hinreichend, die totale Verſchiedenheit beider Körper zu erklären.

Digitized by Google

Berückſichtigung der quantitativen Zuſammenſetzung chemiſcher Verbindungen.

Es war dieſe Anſicht über die Urſache der Verſchiedenheit qualitativ gleich zuſammengeſetzter chemiſcher Verbindungen, welche den Begriff des Mengenverhältniſſes der Beſtandtheile zuerſt beachten ließ. Dieſe Anſicht war nur ausgeſprochen, ſie war nicht durch Ausmittelung der Zuſammenſetzung bewieſen, obgleich ſie die Wichtigkeit derſelben hervorheben mußte, und es waren auch zunächſt nicht die Verbindungen in mehrfachen Verhältniſſen, welche ſpäter wirklich quantitativ genau unterſucht wurden, und welche die Geſetzmäßigkeiten hinſichtlich der Zuſammenſetzung zuerſt erkennen ließen, ſondern im Gegentheil gingen die erſten quantitativen Unterſuchungen auf Verbindungen, denen man nur ein einziges, conſtantes Miſchungsverhältniß zuſchrieb. Wie ſich die quantitative Beſtimmung der Beſtandtheile einer Verbindung ausbildete, haben wir in der Geſchichte der analytiſchen Chemie geſehen; wie man aber conſtante Zuſammenſetzung als die unumgängliche Bedingung einer chemiſchen Verbindung erkannte, und wie die Regelmäßigkeiten hinſichtlich der Zuſammenſetzung verſchiedener Verbindungen erforſcht wurden, gehört in die Geſchichte der Stöchiometrie, und dieſe wollen wir im Folgenden betrachten.

Erkenntniß der ſtöchiometriſchen Geſetze.

Die Stöchiometrie behandelt die Lehre von den Geſetzen, nach welchen ſich die quantitative Zuſammenſetzung der chemiſchen Verbindungen richtet. Dieſe Geſetze konnten erſt aufgefunden werden, nachdem es ausgemacht war, daß die chemiſchen Verbindungen nach conſtanten Verhältniſſen zuſammengeſetzt ſind. Der Anfang unſerer hiſtoriſchen Unterſuchung muß alſo ſein, nachzuweiſen, für welche Verbindungen man zuerſt ein conſtantes Mengenverhältniß der Beſtandtheile erkannte; für ſolche Verbindungen ſuchte man auch bald Geſetzmäßigkeiten hinſichtlich dieſer Mengenverhältniſſe nachzuweiſen; ſo wie ſich die Erkenntniß, daß chemiſche Verbindung in beſtimmten, unabänderlichen Gewichtsverhältniſſen ſtattfinde, auf eine größere Anzahl von Körpern verbreitet, vergrößert ſich auch der Kreis der der Stöchiometrie angehörigen Facta, erweitert und berichtigt ſich die Kenntniß der ſtöchiometriſchen Geſetze.

Unterſuchen wir nun, welche chemiſchen Verbindungen es waren, an denen man zuerſt das Zuſammenſetzungsverhältniß als conſtant erkannte. Erſte Erkenntniß beſtimmter Zuſammenſetzungsverhältniſſe. Für keine andere Klaſſe von chemiſchen Verbindungen findet man ſo frühe Anzeichen dieſer Erkenntniß, als für die Salze; die entgegengeſetzten Eigenſchaften der Beſtandtheile der Salze wurden bald bekannt; man wußte, daß durch Zuſatz einer ſtarken Säure niedergeſchlagen wird, was in einem Alkali gelöſt war. Aber man wußte auch ſchon frühe, daß zu einer ſolchen Wirkung nicht die *Gegenwart* der Säure allein hinreicht, ſondern daß auch die Säure in einer beſtimmten *Menge* zugeſetzt werden muß. So giebt ſchon *Geber* im 8. Jahrhundert unſerer Zeitrechnung, freilich ſehr unbeſtimmt, Mengenverhältniſſe an, in welchen man Eſſig zu Schwefelleberlöſung ſetzen ſoll, um die Schwefelmilch zu erhalten. Es laſſen ſich viele ſolcher Beiſpiele anführen, daß man ſtets bei ſolchen Operationen die

Erſte Erkenntniß beſtimmter Zuſammenſetzungsverhältniſſe.

Mengenverhältniſſe beachtete; es ſcheint mir dies indeß nutzlos, und ich will hier nur noch eine dahin gehörige Stelle aus van Helmont's Werken mittheilen, welche hinſichtlich der Quantitäten zu miſchender Säuren und Baſen auf den Sättigungspunkt aufmerkſam macht. (Ich weiß nicht, ob der Begriff Sättigen hier zuerſt deutlich ausgeſprochen wird, kenne indeß keine ältere Stelle.) Van Helmont ſagt (um 1640 ungefähr), daß die Kieſelerde aus Kali gefällt werde, cui si affundatur chrysulca, quae tum saturando alcali sufficit. Daß bei dem Sättigungspunkt die Menge der Säure zu dem des Alkali's in einem beſtimmten Verhältniſſe ſteht, erſcheint bald allgemein angenommen; ebenſo die Bezeichnung saturatio. Boerhave definirte 1732 den Sättigungspunkt richtig: durch allmäligen Zuſatz von Säure zu einem Laugenſalz komme man zu einem Punkte, wo eben die alkaliſche Reaction verſchwindet, atque tum hoc punctum Saturationis vocatur. Und er fährt fort: Tumque illud compositum (das gebildete Salz) nec alcali est, nec acidum, sed ex his simul concretis conflatum.

Man kam auf dieſe Art zu dem Begriffe der Neutralität einer Salzlöſung, wofern nämlich eine Verbindung einer Säure mit einem Alkali weder die hervorſtechenden Eigenſchaften des einen, noch die des andern ihrer Beſtandtheile zeigt. Dieſer Begriff der Neutralität iſt für die Entwicklung der Stöchiometrie von großer Wichtigkeit geworden; wo ich die Geſchichte der Unterſuchungen über die Salze abhandle, werde ich weitläufiger das Hiſtoriſche über die Neutralſalze mitzutheilen haben; hier indeß muß ich, was den Urſprung der Bezeichnung Neutralität angeht, ſchon anführen, daß ſie ſchwerlich älter iſt, als aus dem Ende des 17. Jahrhunderts ſtammend. Boyle hebt zwar ſchon hervor, daß die Salze weder die charakteriſtiſchen Eigenſchaften der Säuren, noch die der Baſen haben, aber erſt zu Boerhave's Zeit findet man »salia, sic dicta neutra« manchmal erwähnt, und ſelbſt da ſcheint der Ausdruck noch nicht recht gebräuchlich geweſen zu ſein, obgleich Boerhave ein eigenes Kapitel De salibus neutris überſchrieben hat (vergl. Salze).

Daß nun jedes neutrale Salz in einem einzigen und beſtimmten Verhältniſſe aus Säure und Baſe gebildet wird, daß Neutralität nur einem einzigen Miſchungsverhältniſſe zukommt, wurde ſeit der Zeit angenommen, wo die erſten Verſuche darüber angeſtellt wurden. Einer intereſſanten Unterſuchung, der erſten der Art, haben wir hier zu erwähnen, nämlich der von

Homberg, mit wieviel von verſchiedenen Säuren ſich dieſelbe Menge Alkali verbindet. Dieſe Unterſuchung iſt aus dem Jahre 1699. Homberg ſtellte ſie in der Art an, daß er zu derſelben Menge kohlenſauren Kali's irgend eine Säure hinzuſetzte, bis die alkaliſche Reaction verſchwunden war; die Menge hierzu nöthiger Säure wurde bemerkt; die Löſung wurde ſodann ſtark erhitzt, und beobachtet, um wieviel die angewandte Menge kohlenſaures Kali an Gewicht zugenommen hatte. Die Reſultate waren folgende. Unterſuchungen von Homberg.

Bis zum Verſchwinden des alkaliſchen Charakters nimmt auf:

1 Unze Weinſteinſalz 14 Unzen des beſten Eſſigs,
1 » » 2 Unzen, 3 Drachmen Salzſäure,
1 » » 1 Unze, 2 Drachmen, 36 Gran Salpeterſäure,
1 » » 5 Drachmen Vitriolöl.

Nach dem Erhitzen aber hatte Eine Unze Weinſteinſalz zugenommen:

durch Sättigen mit	ſtarkem Eſſig	um	3	Drachmen	36	Gran
» » »	Salzſäure	»	3	»	14	»
» » »	Salpeterſäure	»	3	»	36	»
» » »	Vitriolöl	»	3	»	5	»

Es wurde hieraus ſpäter geſchloſſen, daß alle Säuren nur im Waſſergehalt differiren, daß aber an und für ſich von der einen ſoviel zum Sättigen einer beſtimmten Menge Alkali nöthig iſt, als von der andern. Obgleich nun dieſer Schluß, ebenſo wie die Verſuchsreihe, auf die er ſich ſtützt, grundfalſch iſt, ſo muß doch eine ſo frühe Erörterung des Sättigungsvermögens unſer Intereſſe in Anſpruch nehmen.

Die Neutralſalze blieben zunächſt diejenigen Verbindungen, deren quantitative Zuſammenſetzung kennen zu lernen man ſich bemühte. Homberg fand erſt ſpät Nachfolger. Bergman beſchäftigte ſich von 1775 an mit der Analyſe der Salze, Kirwan noch ſpäter, von 1780 an, mit der Beſtimmung ihres Zuſammenſetzungsverhältniſſes. Inwiefern ihre Reſultate genau waren, geht aus den Seite 314 und 315 mitgetheilten Tabellen, ebenſo wie aus den Angaben in dem Abſchnitte »analytiſche Chemie«, Seite 71 u. 74 dieſes Theiles, hervor. Bergman und Kirwan verfolgten beide den Geſichtspunkt, eine Abhängigkeit der Größe der Verwandtſchaft von dem Zuſammenſetzungsverhältniſſe der Beſtandtheile auffinden zu wollen, wie dies in dem Abſchnitte »Theorien über die Urſache der Verwandtſchaft« weitläufiger dargeſtellt iſt; ſie ſuchten nicht, ohne Rückſicht auf die Größe der Verwandtſchaft in den Gewichtsmengen der verſchiedenen Beſtandtheile, die ſich mit einander zu

Verbindungen vereinigen, eine Regelmäßigkeit zu entdecken, welche anzuzeigen übrigens auch ihre quantitativen Beſtimmungen nicht genau genug waren.

Wenzel's ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

Geſchickter, was die quantitative Zerlegung der Salze angeht, und ſcharfſichtiger in der Erkennung der hierbei obwaltenden Regelmäßigkeiten, war Wenzel[1], und ſeine 1777 erſchienene Verwandtſchaftslehre enthält die Grundzüge der ſtöchiometriſchen Lehren, ſo weit ſie bis zum Anfange unſeres Jahrhunderts erforſcht wurden. Was die Beurtheilung von Wenzel's Verdienſten um die quantitative Analyſe angeht, ſo muß ich hier wieder auf die Geſchichte der analytiſchen Chemie, Seite 72, zurückverweiſen; hier nehmen zunächſt die theoretiſchen Reſultate, die er aus ſeinen Zerlegungen zu ziehen wußte, unſere Aufmerkſamkeit in Anſpruch.

Wenzel's Unterſuchungen waren beſonders auf die Erklärung Eines Phänomens gerichtet, deſſen richtige Erkenntniß auch in der That über die Regelmäßigkeiten hinſichtlich der Gewichtsmengen, in denen ſich die Säuren und Baſen zu neutralen Salzen verbinden, vielen Aufſchluß geben mußte. Dieſes Phänomen iſt, daß zwei neutrale Salze, wenn ſie ſich gegenſeitig zerſetzen, Producte geben, welche gleichfalls neutral ſind; daß durch die Zerſetzung alſo der Zuſtand der Neutralität nicht aufgehoben wird. Auch in Bergman's Unterſuchungen findet ſich dieſe Erſcheinung berückſichtigt, ohne daß dieſer Chemiker jedoch eine genügende Erklärung davon hätte geben können. Wenzel, auf genauere Data hinſichtlich der Zuſammenſetzung vieler Salze geſtützt, war darin glücklicher. Er wies die Urſache dieſer Erſcheinung in dem Umſtande nach, daß die verſchiedenen Mengen der ver-

---

[1]) Carl Friedrich Wenzel war 1740 zu Dresden geboren. Sein Vater, ein Buchbinder, hielt ihn zur Erlernung deſſelben Geſchäfts an; Wenzel indeß, nach weiterer Ausbildung ſtrebend, entwich heimlich und ging nach Holland, wo er zu Amſterdam Chirurgie und Pharmacie erlernte. Als Schiffschirurg machte er eine Reiſe nach Grönland, und diente nachher noch mehrere Jahre in der holländiſchen Marine. 1766 kehrte er nach Sachſen zurück; er ſtudirte jetzt in Leipzig Chemie und Metallurgie, und mit ſolchem Erfolge, daß er 1780 zum Director der Freiberger Bergwerke ernannt wurde. Er ſtarb zu Freiberg 1793. Seine »Vorleſungen über die chemiſche Verwandtſchaft der Körper« erſchien zuerſt 1777 (2. Auflage 1779). Einer der letzten Vertheidiger der Alchemie, ſchrieb er in dieſem Sinne eine »Einleitung zur höheren Chemie« (1773). Eine Abhandlung von ihm, die Metalle durch Reverberation in ihre Beſtandtheile zu zerlegen, welche von der Copenhagener Akademie einen Preis erhalten hatte, erſchien in den Schriften dieſer Geſellſchaft für 1781.

ſchiedenen Alkalien oder Erden, welche ein und daſſelbe Gewicht irgend einer Säure neutraliſiren, auch von jeder andern Säure eine gleiche Menge zur Neutraliſation bedürfen; mit anderen Worten, daß die relativen Verhältniſſe zwiſchen gewiſſen Quantitäten von Alkalien oder Erden, welche eine gegebene Menge von einer und derſelben Säure ſättigen, ſich allezeit und bei allen anderen Säuren gleichbleiben. Nach Wenzel erklärt ſich z. B. die Fortdauer der Neutralität, wenn ſalpeterſaurer Kalk durch ſchwefelſaures Kali zerſetzt wird, folgendermaßen: Geſetzt, wir löſen 363 Gewichtstheile ſalpeterſauren Kalkes (nach Wenzel's Analyſe aus 123 Kalk und 240 Salpeterſäure beſtehend) in Waſſer auf, und zerſetzen dieſes Salz durch Vermiſchen mit ſchwefelſaurem Kali (in welchem letzteren Salze nach Wenzel auf 240 Schwefelſäure 290,4 Kali enthalten ſind). Wenzel fand, daß 240 Schwefelſäure 162,5 Kalk neutraliſiren; folglich müſſen jenen 123 Kalk, die in der Löſung von 363 ſalpeterſaurem Kalk enthalten ſind, 181,5 Schwefelſäure geboten werden, die, dem Vorhergehenden zufolge, im neutralen ſchwefelſauren Kali mit 220 Kali verbunden ſind. Zu der vollſtändigen Zerſetzung von 363 ſalpeterſaurem Kalk muß man alſo 181,5 Schwefelſäure + 220 Kali = 401,5 ſchwefelſaures Kali anwenden; dann werden die 123 Gewichtstheile Kalk durch 181,5 Schwefelſäure neutraliſirt, und es bleiben in Löſung 220 Kali und 240 Salpeterſäure, gerade in dem Verhältniſſe, wo dieſe beiden Stoffe ſich neutraliſiren, denn die durch ſolche Zerſetzung erhaltene Löſung reagirt neutral. Aus der bekannten Zuſammenſetzung des ſalpeterſauren Kalkes, des ſchwefelſauren Kali's und des ſchwefelſauren Kalkes könnte man alſo auf die Zuſammenſetzung des ſalpeterſauren Kali's ſchließen; in ihm müßten, der vorhergehenden Rechnung nach, 240 Salpeterſäure mit 220 Kali verbunden ſein. Wenzel beſtätigte die Richtigkeit dieſer Art zu ſchließen durch directe Zerlegung dieſes Salzes; er fand darin auf 240 Salpeterſäure $222\frac{2}{3}$ Kali, beinahe genau mit der obigen mittelbaren Beſtimmung übereintreffend.

Wenzel's ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

Durch dieſe Unterſuchungen, welche Wenzel auf eine große Anzahl von Salzen ausdehnte, war die Fortdauer der Neutralität nach der wechſelſeitigen Zerſetzung zweier neutraler Salze vollkommen erklärt. Die Neutralität muß ebenſowohl ungeändert bleiben, wenn ſich die beiden Salze gerade auf vollſtändig zerſetzen, als auch, wenn von dem einen Salze ein Ueberſchuß vorhanden iſt, der unzerſetzt bleibt, da dieſer neutral iſt und bleibt, und hinſichtlich des Reſultats von keinem Einfluſſe ſein kann.

Wenzel's ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

Wenzel ſah aber auch alle Folgerungen der Erklärung ein, welche er für dieſe Erſcheinung gegeben hatte. Er ſah ein, daß die Zuſammenſetzung der neutralen Salze beſtimmten Geſetzen unterliegt, in der Art, daß man die Zuſammenſetzung vieler ſo vorausbeſtimmen kann, wie dies eben für das ſalpeterſaure Kali gezeigt wurde; daß dieſe Geſetzmäßigkeit eine Controle bildet für die quantitativen Analyſen der neutralen Salze, wie wir gleichfalls oben ſahen, daß die Uebereinſtimmung zwiſchen der berechneten und der direct gefundenen Zuſammenſetzung des ſalpeterſauren Kali's eine Bürgſchaft für die Richtigkeit der dabei in Betracht kommenden Zerlegungen abgiebt. Er ſah endlich noch den Satz klar ein, welcher ſchon oben als die Grundlage der Erklärung über die Fortdauer der Neutralität bei wechſelſeitiger Zerſetzung neutraler Salze angegeben wurde; nämlich daß die verſchiedenen Mengen verſchiedener Alkalien oder Erden, welche ein und daſſelbe Gewicht irgend einer Säure neutraliſiren, auch von jeder andern Säure eine gleiche Menge zur Neutraliſation bedürfen. Nach Wenzel's unmittelbaren Zerlegungen nämlich

$$\text{neutraliſiren 240 Salpeterſäure} \begin{cases} 123 \text{ Kalk} \\ 222 \text{ Kali} \end{cases}$$

und dieſe Mengen von Kalk und Kali bedürfen auch genau derſelben Menge jeder andern Säure, um neutraliſirt zu werden; ſo bedürfen beide dieſelbe Menge Schwefelſäure, 181,5; denn Wenzel's directe Beobachtung:

$$\text{181,5 Schwefelſäure neutraliſiren} \begin{cases} 123 \text{ Kalk} \\ 220 \text{ Kali} \end{cases}$$

ſtimmt mit dieſer Folgerung innerhalb der Grenze der damals unvermeidlichen Verſuchsfehler genügend überein.

Wenzel hatte ſomit den Weg gebahnt, die Zuſammenſetzung aller Neutralſalze aus der Analyſe weniger vorauszubeſtimmen; ſeine Unterſuchungen gaben bereits den Beweis dafür, daß hierzu nur die genaue Analyſe der Salze von Einer Baſis mit allen Säuren und von Einer Säure mit allen Baſen erforderlich wäre. Wenzel ſelbſt indeß ſuchte dieſe Folgerung nicht in der Art durchzuführen, wie man wohl nach der Wichtigkeit des Gegenſtandes erwarten könnte; ſein Hauptaugenmerk bei der ganzen Unterſuchung war, die Fortdauer der Neutralität bei der wechſelſeitigen Zerſetzung neutraler Salze zu erklären, und die anderen Schlußfolgerungen aus ſeinen vorzüglichen Beobachtungen erſchienen ihm mehr als gelegentliche erwähnungswerth. Bald indeß gewann die Frage dieſe allgemeinere Richtung.

Wenzel's Arbeiten wurden zu ſeiner Zeit wenig beachtet. Die praktiſche Seite derſelben wurde für ungenau gehalten, weil ſeine Analyſen nicht mit denen von Bergman und Kirwan übereinſtimmten (ſondern richtiger waren), und weil alle Angaben namentlich des Erſteren mit unbegrenztem Vertrauen von den Chemikern jener Zeit aufgenommen wurden. Die theoretiſche Seite ſeiner Arbeiten wurde ebenſowenig gewürdigt, theils weil ſie ſich auf Angaben gründete, die man für ungenau hielt, theils auch, weil in den letzten zwei Decennien des vorigen Jahrhunderts die Aufmerkſamkeit der Chemiker auf andere theoretiſche Gegenſtände, die Discutirung des Lavoiſier'ſchen Syſtems namentlich, ausſchließlich gerichtet war.

Richter's ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

Daſſelbe Mißgeſchick traf den nächſten Nachfolger Wenzel's. Richter[1]) war es, der zuerſt wieder, und ziemlich bald nach Wenzel, die Zuſammenſetzung der Neutralſalze aus einem allgemeineren Geſichtspunkte anſah. Seine Arbeiten gehören der Zeit von 1789 bis 1802 an; ſie fielen alſo noch in die Zeit, wo die antiphlogiſtiſche Theorie, namentlich in Deutſchland, der Gegenſtand vielfacher Streitigkeiten war, und wo die Chemiker anderweitigen theoretiſchen Beſtrebungen nur wenig Aufmerkſamkeit ſchenkten. Zudem kam, daß Richter's Anſichten hinſichtlich ihrer Autorität dadurch bedeutend litten, daß ſeine experimentellen Angaben nicht die nöthige Schärfe hatten; ſeine quantitativen Analyſen namentlich ſtanden an Genauigkeit denen Wenzel's weit nach, und doch waren vielleicht ſeine experimentellen Reſultate noch richtiger, als einige von ihm daraus gezogene

---

[1]) Jeremias Benjamin Richter lebte zuerſt als Bergſecretair und Bergprobirer zu Breslau, dann als Aſſeſſor der Bergwerksadminiſtration und Arcaniſt an der Porzellanfabrik zu Berlin, wo er 1807 ſtarb. Alle ſeine Werke ſtehen in Verbindung mit der Anwendung der Mathematik auf die Chemie, von ſeiner Inauguraldiſſertation an, welche 1789 erſchien, und »de usu matheseos in chymia« handelte. Später erſchien ſeine »Stöchiometrie oder Meßkunſt chymiſcher Elemente,« in drei Theilen (1792—1794), wovon der erſte Theil die reine Stöchiometrie, Thermimetrie und Phlogometrie abhandelt, der zweite und dritte Theil aber die angewandte Stöchiometrie enthält. Außerdem ſchrieb Richter noch ein periodiſches Werk »Ueber die neueren Gegenſtände in der Chemie«, welches von 1792 bis 1802 in 11 Stücken herauskam. Es ſind darin viele für die damalige Zeit ganz gute chemiſche Unterſuchungen enthalten; vom vierten Stücke (1795) an, iſt das Werk ganz ſtöchiometriſchen Inhalts und ſchließt ſich an das obengenannte Werk über Stöchiometrie als Fortſetzung an.

Richter's ſtöchiometriſche Unterſuchungen. theoretiſche Reſultate, welche, auf einmal vorgefaßten Meinungen fußend, er direct nachweiſen wollte.

Richter's Bemühungen, das Geſetzmäßige in den feſten Miſchungsverhältniſſen der Säuren mit den alkaliſchen und erdigen Baſen und mit den Metalloxyden zu entdecken, brachten indeß doch die Stöchiometrie bedeutend vorwärts. Von ihm wurde beiläufig auch zuerſt die Bezeichnung Stöchiometrie (von στοιχεῖον, Grundſtoff) eingeführt, die er ſelbſt als »Meßkunſt chymiſcher Elemente« definirte.

Richter hat zuerſt die relativen Gewichtsmengen, in welchen ſich die Säuren und die Baſen mit einander verbinden, in Form von Reihen zuſammengeſtellt. Die Gewichtsmengen aller alkaliſchen und erdigen Baſen, welche einerlei Menge einer gewiſſen Säure, z. B. 1000 Gewichtstheile Schwefelſäure, neutraliſiren, nannte er die Maſſenreihe oder auch die Neutralitätsreihe der Baſen. Ebenſo ſuchte er auch die Maſſenreihe oder Neutralitätsreihe für die verſchiedenen Säuren, in Bezug auf dieſelbe Menge Einer Baſe. Er fand, daß die Zahlen aus zwei zuſammengehörigen ſolcher Reihen, aus den Neutralitätsreihen zweier Baſen für alle Säuren z. B., alle unter einander in demſelben Verhältniß ſtehen, und daß ſomit eine Neutralitätsreihe aus einer andern vollſtändig bekannten abgeleitet werden kann, wenn man durch Einen Verſuch dieſes conſtante Verhältniß ermittelt. Kennt man alſo für alle Baſen ihre Neutralitätsreihe in Bezug auf Eine Säure, und für alle Säuren die Neutralitätsreihe in Bezug auf Eine Baſis, ſo läßt ſich die Zuſammenſetzung aller aus der Vereinigung dieſer Säuren und Baſen entſtehenden Neutralſalze beſtimmen.

Richter ſelbſt kam nicht darauf, die relativen Gewichtsmengen, worin ſich die Säuren und Baſen verbinden, in einer einzigen Reihe darzuſtellen; ich werde ſpäter angeben, wie dieſe Einrichtung zuerſt eingeführt wurde. Er ſtellte viele Reihen auf, und bemerkte nur, daß die Zahlen in den Neutralitätsreihen aller Baſen einander proportionirt ſind, und daß es bei den Neutralitätsreihen der Säuren ebenſo iſt. Aber Richter ſuchte hier noch andere allgemeine Regelmäßigkeiten, als die eben erwähnte vollkommen in der Natur begründete, nachzuweiſen. Ihm zufolge bilden nämlich die Neutralitätsreihen der Säuren geometriſche, die der Baſen hingegen arithmetiſche Reihen, und zwar ſollen die eigentlichen Alkalien und die alkaliſchen Erden zwei verſchiedene arithmetiſche Progreſſionen ausmachen. Er glaubte namentlich, daß die Gewichtsmengen in der Neutralitätsreihe der drei

Richter's ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

Alkalien ausgedrückt ſeien durch a, a + b, a + 5b, die der Erden durch a, a + b, a + 3b, a + 9b, a + 19b. Die Gewichtsmengen in der Neutralitätsreihe der vier Mineralſäuren (Flußſ., Salzſ., Schwefelſ., Salpeterſ.) ſollten die Reihe bilden c, cd^3, cd^5, cd^7, und die der anderen Säuren (mit Ausnahme der Phosphorſäure): c, cd^3, cd^4, cd^8, cd^{11}, cd^{14}, cd^{15}, cd^{16} u. ſ. w. — Die fehlenden Glieder, glaubte er, gehörten noch zu entdeckenden oder noch nicht unterſuchten Baſen und Säuren an. (Dieſe vorausgeſetzten Regelmäßigkeiten, nach welchen Richter's Zahlenangaben corrigirt worden zu ſein ſcheinen, haben vielleicht viel dazu beigetragen, ſie unrichtig zu machen; in den Angaben der unten, Seite 365, mitzutheilenden Tabelle ſind ſie enthalten.) — Er ging ſogar ſo weit in der Hoffnung, die Regelmäßigkeiten, welche die Mathematik in der Lehre von den Progreſſionen nachweiſt, in der Chemie wiederzufinden, daß er die ganze Chemie nur für einen Theil der angewandten Mathematik erklärte. Dieſes Vorurtheil, wie man es wohl nennen kann, warf ein gewiſſes Mißtrauen auf alle ſeine Angaben, denn es blieb unentſchieden, ob er nicht die Reſultate ſeiner Verſuche etwas corrigirt habe, um ſie damit in Uebereinſtimmung zu bringen. Dazu kam noch, daß er jene Anſichten als Beweiſe für die Richtigkeit von Sachen vorſchob, die ſich ſpäter als falſch erwieſen. So z. B. glaubte Trommsdorff an dem Ende des vorigen Jahrhunderts in dem ſogenannten ſächſiſchen Beryll (Apatit) eine eigenthümliche Erde zu finden, welche Agusterde genannt wurde. Richter glaubte ſogleich einen Beweis für die Eigenthümlichkeit derſelben darin zu finden, daß die Gewichtsmenge, welche dieſer Erde in der Neutralitätsreihe der alkaliſchen Erden zukomme, genau in ſeine oben angegebene mathematiſche Reihe paſſe. Allein bald fand es ſich, daß dieſe Erde nur phosphorſaurer Kalk ſei, und nun zogen viele Chemiker die Richtigkeit der Richter'ſchen Anſichten in Zweifel, weil ſie mit nachweisbar Falſchem ſich in vollkommene Uebereinſtimmung ſetzen ließen.

Ich werde etwas weiter unten die nöthigen Data beibringen, inwiefern Richter's quantitative Beſtimmungen genau waren. Ich erwähne hier nur noch, daß er die Anwendbarkeit ſeiner Betrachtungsweiſe genau einſah, ſowohl was die Erklärung angeht, weßhalb die Neutralität nicht aufgehoben wird, wenn ſich zwei neutrale Salze gegenſeitig zerſetzen, als auch hinſichtlich der indirecten Beſtimmung der Zuſammenſetzung von Neutralſalzen, deren unmittelbare Zerlegung mit Schwierigkeiten verbunden iſt. Aber noch einer Richtung der Arbeiten von Richter müſſen wir hier erwähnen,

Digitized by Google

Unterſuchung der Neutralitätserſcheinungen bei Metallfällungen.

welche für die Stöchiometrie von Wichtigkeit geworden iſt, ich meine die über Metallfällungen. Wir wollen bei dieſer Gelegenheit die Geſchichte der Kenntniſſe über Metallfällungen im Allgemeinen kurz einſchalten.

Ich weiß nicht genau, wann die erſte Beobachtung gemacht wurde, daß ein Metall ein anderes aus ſeiner Auflöſung zu fällen im Stande iſt. Im 15. Jahrhundert erwähnt Baſilius Valentinus der Fällung des Goldes aus ſeiner Löſung durch Queckſilber; er weiß auch, daß Eiſen aus Vitriollöſung Kupfer niederſchlägt, und kennt das auf dieſe Weiſe im Großen gewonnene Cementkupfer. Die baumförmigen Metallniederſchläge, namentlich den Silberbaum, kannte der Italiener Porta und beſchrieb ſie 1567. Beſprochen wurde ſchon hin und wieder, daß lange die Metallfällung für eine Metallverwandlung gehalten wurde. Daß das durch Ausfällung ſich zeigende Metall nicht durch Verwandlung des eingetauchten entſtehe, ſondern ſchon vorher in Löſung enthalten geweſen ſei, behaupteten beſonders Angelus Sala und van Helmont um die Mitte des 17. Jahrhunderts. Daß Sylvius de le Boë, zu derſelben Zeit, Metallfällungen kannte und richtig erklärte, habe ich ſchon Seite 294 dieſes Bandes erwähnt. Ungefähr zu derſelben Zeit erweiterte Boyle die Kenntniſſe über dieſen Gegenſtand durch die Wahrnehmung, daß Kupfer, welches das Silber aus ſeiner Auflöſung zu fällen vermag, ſeinerſeits durch Zink oder Eiſen aus ſeiner Auflöſung niedergeſchlagen wird; er wußte außerdem, daß nicht nur Gold, ſondern auch Silber durch Queckſilber metalliſch gefällt wird.

Die Kenntniß über die Metallfällungen erhielt im 18. Jahrhundert einzelne Bereicherungen, was die Ordnung, in welcher ſich die Metalle gegenſeitig aus ihren Löſungen ausfällen, und Aehnliches, angeht; größeres wiſſenſchaftliches Intereſſe gewannen indeß dieſe Unterſuchungen erſt, als Bergman darauf einen Verſuch zur Beſtimmung der quantitativen Zuſammenſetzung der Metalle gründete, und in ſeiner 1782 erſchienenen Schrift de diversa Phlogisti quantitate in metallis bekannt machte.

Bergman beſchäftigt ſich hier mit der Erſcheinung, daß nach dem Ausfällen eines Metalls aus ſeiner neutralen Löſung durch ein anderes dieſe neutral bleibt. Es tritt nach ihm bei der Metallfällung alſo gerade ſo viel von dem fällenden Metall an die Stelle des gefällten, als nöthig iſt, um mit der vorhandenen Säure ein neutrales Salz zu bilden. Nun aber iſt nach Bergman's phlogiſtiſchen Anſichten in einer ſolchen Löſung enthalten: Metallkalk (ein Element) und Säure. Es wird zugeſetzt ein Metall

(Metallkalk + Phlogiſton). Das Phlogiſton des fällenden Metalls tritt zu dem aufgelöſten Metallkalk, es ſchlägt ſich die Verbindung, Metall, nieder, während das ſeines Phlogiſtons beraubte Metall ſtatt deſſen in die Löſung eingeht. Aber da die Löſung neutral bleibt, ſo muß die Menge des gefällten Metalls und die des zur Fällung erforderlichen gleichviel Phlogiſton enthalten. Bergman zieht daher den Schluß: Phlogisti mutuas quantitates praecipitantis et praecipitandi ponderibus esse inverse proportionales. Nehmen wir das Wort Phlogiſton in ſeiner älteren Bedeutung (die es übrigens zu Bergman's Zeit nicht mehr allgemein hatte): Abweſenheit des Sauerſtoffs, ſo heißt ſeine Schlußfolgerung, daß ſowohl das fällende als das gefällte Metall einer gleichen Menge Sauerſtoff bedürfe, um eine gleiche Quantität Säure zu neutraliſiren.

Unterſuchung der Neutralitätserſcheinungen bei Metallfällungen.

Richter bearbeitete denſelben Gegenſtand wie Bergman; ſeine Ausdrucksweiſe über dieſen Punkt erſcheint etwas undeutlich, weil er, die Grundſätze des antiphlogiſtiſchen Syſtems anerkennend, doch die Sprache des phlogiſtiſchen beibehielt. Richter ſah indeß klar ein, welches Verhältniß zwiſchen dem Sauerſtoffgehalt eines Oxydes und der Menge von Säure beſteht, welche erſteres neutraliſiren kann. Er ſah ein, daß ſich die neutraliſirenden Gewichtsmengen des fällenden und des gefällten Metalls umgekehrt verhalten, wie die Quantitäten Sauerſtoff, welche dieſe Metalle aufnehmen, da das fällende Metall dem gefällten nicht nur den Sauerſtoff entzieht, ſondern auch die Säure, und nun die Säure durch das fällende Metall gerade ſo neutraliſirt iſt, wie ſie es vorher durch das gefällte war; — daß alſo bei Neutraliſirung derſelben Menge Säure mit verſchiedenen Metalloxyden die erſtere ſich in der Art mit verſchiedenen Gewichtsmengen der letzteren verbindet, daß in dieſen Oxyden allen eine gleiche Gewichtsmenge Sauerſtoff enthalten iſt. Wie Richter ſelbſt dieſen Satz gegeben hat, iſt charakteriſtiſch für ſeine Ausdrucksweiſe, welche dem Bekanntwerden ſeiner Ideen auch ein bedeutendes Hinderniß abgab. »Die quantitative Ordnung ſpecifiſcher Neutralität der Metalle gegen eine Säure iſt der umgekehrten quantitativen Ordnung der Entbrennſtoffung «(Dephlogiſtiſirung)» und reſpective Lebensluftſtoffung vollkommen analog, d. h. ein Metall neutraliſirt ſich in deſto größerer Maſſe mit Säure, je weniger ſein Subſtrat Lebensluftſtoff «(Sauerſtoff)» bedarf, um entbrennſtofft zu werden.«

Richter hatte nach dem Vorhergehenden zwei Hauptpunkte der Stöchiometrie richtig aufgefaßt; einmal, daß die Gewichtsmengen aller Baſen,

Richter's ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

die ſich mit den verſchiedenen Säuren zu neutralen Salzen vereinigen, einander proportionale Zahlenreihen bilden, und dann, daß das Sättigungsvermögen eines Oxyds von ſeinem Gehalt an Sauerſtoff abhängt. Beide Geſetze wurden indeß nur wenig beachtet; das erſtere zog die Aufmerkſamkeit Fiſcher's auf ſich, eines Gelehrten, der über Verwandtſchaft ausgezeichnete Kenntniſſe beſaß, und ſich namentlich durch Ueberſetzung der Berthollet'ſchen Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand viel Verdienſt um die Verbreitung derſelben in Deutſchland erworben hat. Richter hatte verſchiedene Neutralitätsreihen für die Säuren in Bezug auf dieſelbe Menge Baſis, und verſchiedene Neutralitätsreihen für die Baſen in Bezug auf dieſelbe Menge Säure aufgeſtellt; er hatte zwar bemerkt, daß man dieſe Reſultate in Eine Tabelle zuſammenfaſſen könne, aber erſt 1802 hob es Fiſcher ausdrücklich hervor (in ſeiner Ueberſetzung von Berthollet's Recherches sur les lois de l'affinité), daß man alle Tafeln Richter's in eine einzige reduciren könne, die in zwei Columnen getheilt alle Gewichtsverhältniſſe angiebt, worin ſich Baſen und Säuren zu neutralen Salzen vereinigen; er ſah die Anwendbarkeit einer ſolchen Einrichtung vollkommen ein. — Fiſcher berechnete aus Richter's Angaben eine ſolche Tafel; ſie war die erſte Tafel der Aequivalentgewichte; bei ihrer Conſtruction war von der Schwefelſäure ausgegangen, deren Aequivalentgewicht = 1000 angenommen wurde.

Dieſe Tafel von Fiſcher laſſe ich hier folgen; ſie geſtattet uns zugleich ein Urtheil darüber, inwiefern Richter's Zahlenangaben genau waren. Wären dieſe Angaben vollkommen genau, ſo müßten alle in dieſer Tafel den verſchiedenen Stoffen beigelegten ſtöchiometriſchen Zahlen zu den von uns jetzt als richtig anerkannten in demſelben Verhältniſſe ſtehen, und ich will die ſich ergebenden Verhältniſſe für jeden in der Tafel enthaltenen Körper in die folgende Ueberſicht aufnehmen. Dies Verfahren führt zu einem richtigeren Schluſſe hinſichtlich der Genauigkeit von Richter's Reſultaten, als z. B. alle Fiſcher'ſchen Zahlen zu halbiren, wo die ſtöchiometriſche Zahl der Schwefelſäure der jetzt ihr beigelegten beinahe gleich wird; indem dann die einzige falſche Beſtimmung das Aequivalentgewicht dieſer Säure alle anderen Beſtimmungen, auch wenn ſie richtig ſind, möglicher Weiſe ungenau erſcheinen laſſen kann. In der folgenden Tabelle ſind alſo unter Fiſcher die von dieſem Gelehrten aus Richter's Angaben abgeleiteten Aequivalentgewichte der verſchiedenen Stoffe gegeben; unter Berzelius die von

dieſem Gelehrten beſtimmten und von uns als relativ richtig anerkannten; dann iſt noch das Verhältniß beider Angaben zu einander beigefügt [1]).

Erſte Aequivalentsgewichtstafel von Richter und Fiſcher. 1802.

Baſen.	Fiſcher.	Berzelius.	Verhältniß.	Säuren.	Fiſcher.	Berzelius.	Verhältniß.
Thonerde	525	214	0,408	Flußſ.	427	134	0,314
Magneſia	615	258	0,420	Kohlenſ.	577	276	0,478
Ammoniak	672	327	0,487	Salzſ.	712	343	0,482
Kalk	793	356	0,449	Oxalſ.	755	453	0,600
Natron	859	391	0,455	Phosphorſ.	979	446	0,456
Strontian	1329	647	0,487	Ameiſenſ.	988	465	0,471
Kali	1605	590	0,368	Schwefelſ.	1000	501	0,501
Baryt	2222	957	0,431	Bernſteinſ.	1209	631	0,522
				Salpeterſ.	1405	677	0,482
				Eſſigſ.	1480	643	0,434
				Citronenſ.	1683	731	0,434
				Weinſteinſ.	1694	831	0,491

Wären die Richter'ſchen Zahlen ſo genau, wie die Berzelius'ſchen, ſo müßten ſich die Verhältniſſe in der letzten Columne der obigen Tabelle übereinſtimmend ergeben. Es iſt dies nicht der Fall, aber man ſieht doch aus der annähernden Uebereinſtimmung, daß für viele Subſtanzen in der obigen Tabelle die Aequivalentgewichte ziemlich richtig beſtimmt ſind.

[1]) Zu der Vergleichung mit Berzelius' ſtöchiometriſchen Zahlen iſt noch Folgendes zu bemerken. Als Aequivalentgewicht für die Thonerde iſt $\frac{1}{3}$ ($Al_2 O_3$) genommen, weil Richter die Gewichtsmenge beſtimmte, die ſich mit 1 Aequivalent Schwefelſäure verbindet; für das Ammoniak $N_2 H_8 O$, aus demſelben Grunde; bei der Flußſäure und der Salzſäure die Zahlen für die früher angenommenen hypothetiſch waſſerfreien Säuren, (Fl_2 — O) und (Cl_2 — O), weil Richter ſuchte, wie viel Säure ſich mit 1 Aequivalent Baſis (Kalk oder Kali) verbindet; für die Phosphorſäure $\frac{1}{2}$ ($P_2 O_5$), weil Richter beſtimmte, wieviel Säure im Perlſalz und in dem damit gefällten Bleiſalz u. ſ. w. mit 1 Aequivalent Baſis verbunden iſt. — Fiſcher hatte auch noch in die obige Tafel »Fettſäure« mit aufgenommen; nach dem damaligen Zuſtande der Kenntniſſe läßt ſich für die mit dieſem Namen bezeichnete Subſtanz keine Vergleichung anſtellen.

Richter's ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

Gleich nachdem Fiſcher die Richter'ſchen Reſultate in Eine Reihe zuſammengefaßt hatte, ergriff Richter ſelbſt dieſe Art der Darſtellung, und 1803 publicirte er eine vollſtändigere Tabelle. Ich gebe hier von ſeinen Angaben nur die wichtigſten, und die nicht ſchon in der eben mitgetheilten Fiſcher'ſchen Tabelle befindlich ſind, und füge für dieſe ebenfalls die Vergleichung mit den Berzelius'ſchen Zahlen bei. In der 1803 von Richter gegebenen Tabelle befinden ſich ſehr viele Körper, für welche er entweder damals noch nothwendig falſche Reſultate finden mußte, oder für welche eine Vergleichung ſchwer iſt, inſofern die Bezeichnung, wie die Beſtimmung derſelben überhaupt, ungenau iſt, ſo z. B. wenn er von Metallkalken ſpricht, in Hinſicht auf metalliſche Subſtanzen, die verſchiedene Oxydationsſtufen haben, und welche letzteren man doch damals noch nicht gehörig ſonderte. Ich beſchränke mich daher hier nur auf wenige vorzüglich wichtige Metalloxyde.

Metallkalk.	Richter.	Berzelius.	Verhältniß.
Zinkkalk	1348	503	0,373
Kupferkalk	1416	496	0,350
Bleikalk	3592	1394	0,388
Silberkalk	3728	1452	0,389

Die Zahlen in der letzten Columne ſtimmen unter einander ziemlich überein; die Verhältnißmengen, in denen ſich Zink-, Kupfer-, Blei- und Silberoxyd äquivalent ſind, hatte alſo Richter ziemlich richtig beſtimmt. Aber die Verhältnißzahlen in der letzten kleinen Tabelle weichen von denen in der vorhergehenden größeren Tabelle bedeutend ab, woraus hervorgeht, daß alſo Richter's Angaben in der Beziehung unrichtig ſind, wieviel von einem Alkali oder einer Erde dazu gehört, um ein gewiſſes Gewicht eines Metalloxyds in einer Verbindung zu erſetzen.

Das im Vorſtehenden Enthaltene genügt wohl, um über Richter's Kenntniſſe in der Stöchiometrie einen Begriff zu geben, um einſehen zu laſſen, bis zu welchem Punkte durch ſeine Arbeiten dieſe Lehre gefördert wurde. Doch fanden ſeine Arbeiten zu ſeiner Zeit auch nicht den geringſten Eingang bei den Chemikern; ſeine Schriften blieben unbeachtet. Die erſtere der oben angeführten ſtöchiometriſchen Tabellen theilte Berthollet

Digitized by Google

1803 in ſeiner statique chymique mit; auch in Frankreich wurde ſie indeß wenig beachtet. Die Urſache hiervon habe ich ſchon angegeben; Richter ſelbſt trug zum Theil die Schuld daran, daß ſeinen Arbeiten keine Aufmerkſamkeit geſchenkt wurde, durch zu viele Hypotheſen und unverſtändliche Ausdrucksweiſe; die Zeitumſtände endlich, wo überhaupt ſo viel Neues in der Chemie zu beachten war, was von anerkannten Autoritäten verhandelt wurde, waren noch mehr hinderlich. Aber es war noch ein Umſtand, der weſentlich dazu beitrug, daß ſeinen Arbeiten nicht die Wichtigkeit beigelegt wurde, welche ſie verdienten, und dieſen Umſtand müſſen wir hier ausführlicher in ſeiner Erledigung beſprechen. Richter ſetzte voraus: die Säuren verbinden ſich mit den Baſen und Kalken nur in beſtimmten Verhältniſſen zu neutralen Salzen; Neutralität exiſtirt bei reinen Salzen, bei löslichen wie bei unlöslichen, nur für Ein Miſchungsverhältniß. Aber dieſe Vorausſetzung wurde im Anfang des 19. Jahrhunderts nicht allgemein als richtig anerkannt, und ſo lange dieſe Frage nicht entſchieden war, mußte jedes Urtheil über die Gültigkeit der Richter'ſchen Geſetze ſuspendirt bleiben. Dieſe Streitfrage fiel unter die allgemeinere: ob überhaupt der Begriff einer chemiſchen Verbindung beſtimmte und conſtante Zuſammenſetzung einſchließt, indem zu jener Zeit außer den Salzen noch mehrere andere Reihen von Verbindungen hinſichtlich ihrer Zuſammenſetzung genauer erforſcht wurden, und alſo in den Kreis der Unterſuchung gezogen werden konnten.

Anſichten der Chemiker um 1800 über die Conſtanz der Verbindungsverhältniſſe.

Wir wollen die Meinungen der in den letzten Jahren des 18. Jahrhunderts geltenden Autoritäten, ſo weit ſie hierher Bezug haben, zuſammenſtellen.

Bergman hatte die Anſicht, daß alle chemiſchen Verbindungen auch ſolche in beſtimmten Proportionen ſind, nicht ſowohl ausgeſprochen, als vielmehr gar nicht in Zweifel gezogen. Seine umfaſſenden Arbeiten über die quantitative Zuſammenſetzung der Salze, ſeine Bemühungen, den Gehalt an Phlogiſton in den verſchiedenen Metallen zu beſtimmen, zeigen unwiderleglich, daß er der Meinung war, ſämmtliche chemiſche Verbindungen könnten nur nach einem einzigen, oder doch nur nach ſehr wenigen, aber conſtanten, Zuſammenſetzungsverhältniſſen der Beſtandtheile erfolgen.

Lavoiſier gleichfalls hatte dieſe Frage nie in Zweifel geſtellt. Seine muſterhaften Beſtrebungen, die quantitative Zuſammenſetzung ſo vieler Körper zu beſtimmen, wären ganz zwecklos geweſen, ſobald er der Anſicht

Anſichten der Chemiker um 1800 über die Conſtanz der Verbindungsverhältniſſe.

gehuldigt hätte, die Beſtandtheile derſelben könnten in allen möglichen Verbindungen zuſammentreten. Er betrachtete ſogar den Umſtand, daß chemiſche Verbindungen nur in wenigen und beſtimmten Proportionen ſtatthaben können, als ein weſentliches Kennzeichen einer chemiſchen Verbindung, die er als dissolution von der bloßen Löſung (solution) unterſchied, bei welcher letzteren das Zuſammenſetzungsverhältniß variabel ſei.

So ſchien es um 1800 allgemein angenommen, daß ſich die Beſtandtheile nur in wenigen und beſtimmten Proportionen zu chemiſchen Verbindungen vereinigen, als nun Berthollet auftrat, und ganz das Entgegengeſetzte lehrte. Ich habe die Grundzüge der Berthollet'ſchen Lehre ſchon Seite 317 ff. dieſes Theiles mitgetheilt, und es genügt alſo, darauf zu verweiſen und nur hier noch einmal hervorzuheben, daß nach Berthollet ſich die Beſtandtheile zu wahren chemiſchen Verbindungen vereinigen können entweder in allen Verhältniſſen, oder in gewiſſen Grenzen, die ihren Urſprung haben erſtens in der Eigenſchaft der chemiſchen Verwandtſchaft, daß die Kraft, mit der ein Beſtandtheil der Verbindung den andern feſthält, in dem Grade abnimmt, als die Menge dieſes andern Beſtandtheils wächſt, und zweitens in der Cohäſion der Beſtandtheile und der gebildeten Verbindung oder der Elaſticität derſelben, zweier mit der Temperatur variirenden Kräften. Berthollet's Autorität, und der ausgezeichnete Scharfſinn, womit er dieſe Meinungen entwickelte, verſchafften ihnen viele Anhänger.

Aber gleichzeitig, während Berthollet ſeine Anſichten durchzuführen ſuchte, bemühte ſich Prouſt zu zeigen, daß allerdings die chemiſchen Verbindungen nur in wenigen und beſtimmten Verhältniſſen der Beſtandtheile ſtatthaben. In einer Reihe ausgezeichneter Arbeiten, welche den Jahren 1801 — 1808 angehören, zeigte er, daß die Bildung der Oxyde, der Schwefelverbindungen und der Salze ganz allgemein an feſte und unveränderliche Verbindungsverhältniſſe gebunden iſt; daß ſcheinbare Ausnahmen hiervon nur auf mechaniſcher Mengung von Verbindungen in feſten Proportionen beruhen. Dieſes Geſetz der beſtimmten Proportionen ſprach Prouſt zuerſt 1801 für die Oxyde aus: Les proportions toujours invariables, ces attributs constans, qui caractérisent les vrais composés de l'art, ou ceux de la nature, en un mot, ce pondus naturae, si bien vu de Stahl; tout cela, dis-je, n'est pas plus au pouvoir du chimiste que la loi d'élection qui préside a toutes les combinaisons. Anfangs glaubte

Anſichten der Chemiker um 1800 über die Conſtanz der Verbindungsverhältniſſe.

Prouſt, daß ſich zwei Beſtandtheile nur in einem einzigen oder höchſtens in zwei Verbindungsverhältniſſen vereinigen können; ſpäter jedoch, wo er bei einzelnen Metallen drei Oxydationsſtufen kennen lernte, betrachtete er die mittlere als aus der Vereinigung der beiden äußerſten in Einem Zuſammenſetzungsverhältniſſe hervorgehend. (Vergl. Theil I., Seite 358.)

Verſchiedene Verbindungen können ſich nach Prouſt in unbeſtimmten Verhältniſſen mit einander miſchen, aber das Product dieſer Vereinigung iſt keine chemiſche Verbindung; es iſt eine Löſung. So unterſchied Prouſt die wahren chemiſchen Verbindungen (nach ihm combinaisons), die nur in beſtimmten und conſtanten Proportionen zuſammengeſetzt ſind, von den Löſungen (nach ihm dissolutions, obgleich Lavoiſier mit dieſem Worte den entgegengeſetzten Begriff verbunden hatte), die in variabeln und allmälig wechſelnden Verhältniſſen ſtatthaben können.

Berthollet's und Prouſt's Anſichten waren ſich alſo geradezu entgegengeſetzt; ein wiſſenſchaftlicher Streit erhob ſich unter ihnen, welcher mit der vollkommenen Entſcheidung dieſer Frage geendigt hat. Prouſt's Arbeiten begannen im Jahre 1801; für die Oxyde wie für die Schwefelmetalle ſtellte er da bereits die Schlüſſe auf, die ich oben mittheilte. Berthollet erwähnte in ſeiner Statique chymique dieſer Arbeiten von Prouſt mißbilligend, und forderte dieſen gewiſſermaßen zu einer Kritik auf, welche auch den in der Statique chymique geäußerten Anſichten gleich nach ihrem Erſcheinen (im Jahre 1804) ausgezeichnet zu Theil wurde. Der Streit zwiſchen Berthollet und Prouſt, was Scharfſinn und wiſſenſchaftlichen Anſtand angeht, von beiden Theilen gleich ausgezeichnet geführt, zog ſich hin bis zum Jahre 1808, welchen Zeitpunkt man als den betrachten kann, wo allgemein chemiſche Verbindungen als ſolche, denen beſtimmte unabänderliche Zuſammenſetzungsverhältniſſe zukommen, angeſehen wurden.

Aber ſchon früher, während der Dauer des Streites zwiſchen Berthollet und Prouſt, hatten einzelne Chemiker dieſe Anſicht angenommen, und Folgerungen gezogen, welche die von Prouſt empiriſch aufgefundenen Thatſachen einer allgemeineren Betrachtungsweiſe unterordneten. Es war dies beſonders Dalton, der in ſeiner atomiſtiſchen Theorie das Geſetz der beſtimmten Proportionen auf eine theoretiſche Grundlage zurückzuführen ſuchte.

Prouſt hatte ausgemittelt, daß, wenn zwei Beſtandtheile ſich in mehrfachen Verhältniſſen verbinden, dieſes ſprungweiſe, ohne allmälige

Zwiſchenglieder, geſchieht. Aber er hatte ſeine Reſultate ſtets in einer Art ausgedrückt, welche ihm das Vorhandenſein eines wichtigen Geſetzes verdeckte; nämlich indem er immer zu beſtimmen ſuchte, wieviel von den Beſtandtheilen in 100 Gewichtstheilen der Verbindung enthalten iſt. Nach dieſer empiriſchen Bezeichnungsweiſe ſtellte er z. B. folgende Reſultate auf.

	Kupferoxydul	Kupferoxyd	Zinnoxydul	Zinnoxyd
Metall:	86,2	80	87	78,4
Sauerſtoff:	13,8	20	13	21,6

Er dachte aber nicht daran, die Rechnung ſo zu führen, wieviel des einen Beſtandtheils in den beiden Oxydationsſtufen mit derſelben Menge des andern vereinigt wäre, wo er folgende Reſultate erhalten hätte, wenn er die Angabe der Zuſammenſetzung der niedrigeren Oxydationsſtufe unverändert beibehalten hätte:

	Kupferoxydul	Kupferoxyd	Zinnoxydul	Zinnoxyd
Metall:	86,2	86,2	87	87
Sauerſtoff:	13,8	21,5	13	24

wo ihm vielleicht aufgefallen wäre, daß in den Oxydationsſtufen des Zinns 24 ziemlich nahe = 2 . 13, und in denen des Kupfers 21,5 auch annähernd = 2 . 13,8 iſt. Dieſe Betrachtungsweiſe, die verſchiedenen Mengen des Einen Beſtandtheils, welcher ſich mit einem andern in verſchiedenen Verhältniſſen zu verbinden vermag, auf eine conſtante Gewichtsmenge des letzteren zu beziehen, verſuchte zuerſt Dalton.

Dalton's ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

Dalton unterſuchte im Anfange dieſes Jahrhunderts das ſogenannte ölerzeugende Gas und das Kohlenwaſſerſtoffgas; er fand, daß auf dieſelbe Gewichtsmenge Kohlenſtoff in dem letzteren genau das Doppelte der Gewichtsmenge an Waſſerſtoff enthalten iſt, als im erſteren. Er verſuchte, ob ſich dieſe Regelmäßigkeit in anderen ähnlichen Verbindungen wiederfinde, und fand ſie an den Oxydationsſtufen des Kohlenſtoffs, den Verbindungen von Stickſtoff mit Sauerſtoff u. ſ. w. beſtätigt. — Dalton entdeckte alſo, daß wenn ein Beſtandtheil ſich in verſchiedenen Gewichtsmengen mit derſelben Gewichtsmenge eines andern Beſtandtheils verbindet, die erſteren Gewichtsmengen unter einander einfache Multipla ſind; er entdeckte das Geſetz der multiplen Proportionen.

Dalton ſuchte ſich für dieſe Erſcheinung eine theoretiſche Vorſtellung zu ſchaffen. Er nahm an, alle Körper beſtehen aus kleinen Theilchen, die

keine weitere Zertheilung zulaſſen, aus Atomen; und Verbindung entſtehe aus dem Aneinanderlagern ſehr weniger Atome Eines Beſtandtheils an ſehr wenige Atome des andern. Als das am häufigſten Vorkommende nahm Dalton an, es verbinde ſich 1 Atom des einen Beſtandtheils mit 1 Atom des andern; in dieſem Falle giebt das Zuſammenſetzungsverhältniß der Verbindung die relativen Gewichte von den Atomen der Beſtandtheile.

Dalton's ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

Dieſe Vorſtellungen Dalton's werde ich bei der beſondern Betrachtung der atomiſtiſchen Theorie noch einmal zu beſprechen haben. Die hier geäußerten Anſichten hatte er bereits im Jahre 1804 gefaßt, wo er ſie einem andern engliſchen Chemiker, Thomſon, mittheilte. Zu dieſer Zeit hatte er auch bereits die Atomgewichte verſchiedener Körper beſtimmt, wobei er das des leichteſten, des Waſſerſtoffs, als Einheit annahm. Die Genauigkeit ſeiner damaligen Beſtimmungen läßt ſich aus folgender Tabelle erſehen, wo ſeine Angaben mit denen von Berzelius verglichen ſind [1]).

Dalton's Atomgewichtstafel. 1804.

Subſtanz.	Dalton.	Berzelius.	Verhältniß.
Waſſerſtoff	1	12,5	12,5
Kohlenſtoff	5	76,4	13,3
Stickſtoff	5	88,5	17,7
Sauerſtoff	6,5	100,0	15,4

Die bedeutenden Abweichungen der letzten Columne, deren Zahlen bei richtigen Beſtimmungen Dalton's unter ſich gleich ſein müßten, zeigen, wie ungenau dieſer erſte Verſuch der Ermittelung von Atomgewichten war, und in der That lagen zu der damaligen Zeit noch zu wenig exacte Beſtimmungen vor, als daß ſie hätten genauer ſein können. Doch hatte Dalton vollkommen eingeſehen, welche Anwendung ſich davon machen läßt; in dem Abſchnitte über chemiſche Zeichen werde ich mittheilen, welchen Weg er einſchlug, um mit Zugrundelegung der angegebenen Atomgewichte die Zuſammenſetzung verſchiedener Verbindungen auszudrücken.

[1]) Ich habe hier und in dem Folgenden ſtets die Berzelius'ſchen Angaben als die richtigen zur Vergleichung beigeſetzt, obgleich einige derſelben in der letzten Zeit Abänderungen erlitten haben. Es konnte dies um ſo mehr geſchehen, als die Fehler, womit ſie höchſtens behaftet ſind, jedenfalls nicht in Anſchlag kommen gegen die Unrichtigkeiten der früheren Beſtimmungen.

Dalton's ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

Dalton's Anſichten wurden zuerſt 1807 von Thomſon in deſſen System of Chemistry bekannt gemacht; in demſelben Jahre noch erhielt des Erſteren Geſetz der multiplen Proportionen durch andere Gelehrte Beſtätigung. Thomſon und Wollaſton unterſuchten die neutralen und ſauren kleeſauren Salze, und fanden, daß die mit derſelben Gewichtsmenge Baſis darin verbundenen Mengen Säuren einfache Multipla unter einander ſind. Wollaſton zeigte beſonders überzeugend, daß ſich die Kleeſäure in verſchiedenen Mengen mit derſelben Quantität Kali verbinden kann, und daß ſich dieſe Mengen genau verhalten wie 1 : 2 : 4; ferner daß in den verſchiedenen Verbindungen der Kohlenſäure mit Kali in der einen auf dieſelbe Menge Kali gerade noch einmal ſo viel Säure enthalten iſt, als in der andern. Dieſe Thatſachen richteten die Aufmerkſamkeit der Chemiker in hohem Grade auf Dalton's Theorie. Im Jahre 1808 erſchien nun des Letzteren Werk: New System of Chemical Philosophy, und hierin theilte er ſelbſt die Grundzüge ſeiner Anſichten mit. Als eine bedeutende Erweiterung der ſtöchiometriſchen Kenntniſſe, welche wir Dalton verdanken, muß auch noch ſeine Entdeckung hervorgehoben werden, daß das Atomgewicht einer Verbindung durch die Summe der Atomgewichte ihrer Beſtandtheile ausgedrückt iſt, ein Reſultat, daß ebenſowohl aus ſeiner atomiſtiſchen Theorie hervorgeht, als auch von ihm in der Erfahrung nachgewieſen wurde.

In dem eben angeführten Werke theilte Dalton eine Tafel der Atomgewichte von 37 Subſtanzen mit, von welchen ich hier die der wichtigſten ausziehe, und ihnen wieder eine Vergleichung mit den zugehörigen Berzelius'ſchen Zahlen beifüge.

Dalton's Atomgewichtstafel. 1808.

Subſtanz.	Dalton.	Berzelius.	Verhältniß.	Subſtanz.	Dalton.	Berzelius.	Verhältniß.
Waſſerſtoff	1	12,5	12,5	Strontian	46	647,3	14,1
Stickſtoff	5	88,5	17,7	Baryt	68	956,9	14,1
Kohlenſtoff	5	76,4	15,3	Eiſen	38	339,2	8,9
Sauerſtoff	7	100,0	14,3	Zink	56	403,2	7,2
Schwefel	13·	201,2	15,5	Kupfer	56	395,7	7,1
Bittererde	20	258,3	12,9	Blei	95	1294,5	13,6
Kalk	23	356,0	15,4	Silber	100	1351,6	13,5
Natron	28	390,9	13,9	Platin	100	1233,3	12,3
Kali	42	589,9	14,0	Queckſilber	167	2531,6	15,1

Dalton's ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

Es ſtimmen in dieſer Tabelle die Zahlen der letzten Columne ſchon beſſer, als dies in der früheren der Fall war; ſie kommen ſich mit wenig Ausnahmen ziemlich nahe, und dieſe Ausnahmen beruhen meiſt auf einer andern Betrachtungsweiſe der Zuſammenſetzung, als wir ſie jetzt anzunehmen gewohnt ſind, und geben deßwegen ein einfaches Submultiplum der ſonſt ziemlich conſtanten Verhältnißzahl. Wie Dalton mit Hülfe dieſer Annahmen für die Atomgewichte der genannten Subſtanzen ſich die Conſtitution der Verbindungen aus ihnen vorſtellte, in Bezug darauf muß ich wieder auf den Abſchnitt über chemiſche Zeichen verweiſen.

Wir ſind jetzt mit der Betrachtung der Geſchichte der Stöchiometrie bis zum Jahre 1808 gekommen, wir haben als Hauptpunkte der bis dahin gewonnenen Erkenntniß Richter's Geſetz der Proportionen, Dalton's Geſetz der multiplen Proportionen und des Letzteren Entdeckung, daß das Atomgewicht einer Verbindung durch die Summe der Atomgewichte ihrer Beſtandtheile gegeben iſt, kennen gelernt. Der chronologiſchen Ordnung nach müßten wir jetzt zu den Arbeiten von Gay-Luſſac über die Verbindungsverhältniſſe der Gaſe übergehen, die bald von dem größten Einfluß auf die Stöchiometrie wurden. Doch ſei es erlaubt, um die Vervollkommnung der ſtöchiometriſchen Tabellen im Zuſammenhange zu verfolgen, hier gleich noch einige zuſammenzuſtellen, die ſich an Dalton's Arbeiten unmittelbar anſchließen, und auf welche Gay-Luſſac's bald zu erwähnende Entdeckung noch von keinem Einfluſſe war.

Dalton's Entdeckungen in der Stöchiometrie und die theoretiſchen Anſichten, welche er ſich darüber bildete, beſchäftigten bald die Aufmerkſamkeit der Chemiker, von denen einzelne ſich dagegen erklärten, während die meiſten mit dem Zugeſtändniß der Richtigkeit der empiriſch gefundenen Regelmäßigkeiten auch der theoretiſchen Anſicht Dalton's beitraten. Zu den früheſten Vertheidigern der atomiſtiſchen Theorie in England, Thomſon und Wollaſton, geſellte ſich bald, noch 1807, H. Davy, der im Anfange der atomiſtiſchen Theorie keinen Beifall geſchenkt hatte. Als er ihr zugetreten war, führte er für den von Dalton gebrauchten Ausdruck »Atomgewicht« eines Körpers die Bezeichnung »Proportionalzahl« ein; Wollaſton gebraucht ein demſelben Sinne den Ausdruck »Aequivalent«, welcher viel Beifall unter den Chemikern fand, die Dalton's Anſichten über die Urſachen der beſtimmten Proportionen nicht theilten. — In Frankreich erfuhr Dalton's atomiſtiſche Theorie heftigen Widerſpruch durch Berthollet

1808 in der Einleitung, welche dieſer zu der franzöſiſchen Ueberſetzung von Thomſon's Chemie ſchrieb, und es war dies nicht zu verwundern, da mit jener Theorie die von Berthollet über die Gewichtsverhältniſſe, worin ſich Beſtandtheile zu Verbindungen vereinigen, geäußerten Anſichten ſchlechterdings nicht vereinbar waren. In Deutſchland zeigten ſich gleichfalls viele Chemiker, den dynamiſchen Anſichten über die Materie zugethan, Dalton's atomiſtiſcher Theorie abgeneigt; die empiriſchen Reſultate deſſelben, das Statthaben beſtimmter Proportionen, in welchen ſich die Elemente unter einander vereinigen, wurde indeß anerkannt, und die Ermittelung dieſer Proportionen, die Beſtimmung der Atomgewichts- oder Aequivalentszahlen zu einem der wichtigſten Gegenſtände der chemiſchen Forſchung.

Thomſon's Atomgewichtstafel. 1810.

Nach Dalton war es zunächſt Thomſon, der eine Tafel der Aequivalentgewichte für 23 Säuren und Baſen berechnete und bekannt machte, und zwar in dem 1810 erſchienenen V. Bande ſeines System of Chemistry. Um über die Genauigkeit urtheilen zu laſſen, welche zu dieſer Zeit die ſtöchiometriſchen Beſtimmungen hatten, hebe ich folgende Angaben der wichtigeren Subſtanzen aus, und füge die Vergleichung mit Berzelius' Zahlen wieder bei [1]).

Baſen.	Thomſon.	Berzelius.	Verhältniß.	Säuren.	Thomſon.	Berzelius.	Verhältniß.
Baryt	63	956,9	15,2	Weinſteinſ.	45,7	830,7	18,2
Strontian	37,6	647,3	17,2	Oxalſ.	39,5	452,8	11,5
Kali	38	589,9	15,5	Eſſigſ.	36	643,2	17,9
Natron	23,3	390,9	16,7	Citronenſ.	35,1	730,7	20,8
Kalk	21,8	356,0	16,3	Salpeterſ.	34	677,0	19,9
Bittererde	17,6	258,3	14,7	Bernſteinſ.	32,5	630,7	19,4
				Schwefelſ.	31	501,2	16,2
				Phosphorſ.	22	446,1	20,3
				Salzſ.	18	342,6	19,0
				Kohlenſ.	16,5	276,4	17,0
				Flußſ.	11,5	133,8	11,7

1) Hinſichtlich der Zahlen für Phosphorſäure, Salzſäure und Flußſäure verweiſe ich auf das in der Note zu Fiſcher's Tafel, Seite 365, Geſagte.

Aus den Differenzen zwiſchen den Zahlen der letzten Columme läßt ſich abſehen, wie ungenau noch alle ſtöchiometriſchen Beſtimmungen um 1810 waren.

Viel genauer und reichhaltiger war eine Tabelle, die kurz nach dieſer Zeit von Wollaſton zuſammengeſtellt wurde. Wollaſton beſchäftigte ſich namentlich um 1813 viel mit den Atomgewichten, oder wie er ſie nannte, Aequivalentgewichten. Um die Rechnung mit denſelben zu erleichtern, conſtruirte er ſeine ſynoptiſche Scale der chemiſchen Aequivalente, indem er die ſchon bekannten logarithmiſchen Rechnenſtäbe zu chemiſchen Aequivalentenſcalen einrichtete, und ſo ein Mittel in die Hand gab, die Reſultate aller vorkommenden Rechnungen mit Aequivalentgewichten auf ganz mechaniſche Art zu finden. Dieſe mechaniſchen Einrichtungen wurden zu jener Zeit mit Beifall aufgenommen, und mancherlei Verbeſſerungen und Abänderungen an ihnen angebracht; ſie geriethen jedoch bald in Abnahme, ſobald die Atomgewichte ſchärfer beſtimmt wurden, und ihre Anwendung alſo die Ableitung genauerer Reſultate geſtattete, als die mechaniſche Verrichtung noch geben konnte.

Wollaſton's Atomgewichtstafel. 1814.

Wollaſton's Tabelle vom Jahre 1814 läßt uns ſogleich einen bedeutenden Fortſchritt in der Beſtimmung der Atomgewichte erkennen. Sie war aus den beſten damaligen Beſtimmungen (meiſt aus denen anderer Chemiker, worunter viele auch bereits von Berzelius), abgeleitet. Wollaſton wich darin von Dalton ab, daß er nicht wie dieſer als Einheit das Atomgewicht des Waſſerſtoffs wählte, ſondern das des Sauerſtoffs = 10 ſetzte, und darauf die Atomgewichte der anderen Subſtanzen bezog. Wollaſton's Tabelle war ſchon viel vollſtändiger als die Dalton's; ſie umfaßte die Atomgewichte vieler einfachen Körper, und die Conſtitution und Atomgewichte vieler Baſen, Säuren und Salze. Ich theile von ſeinen Angaben hier die wichtigſten mit; eine Vergleichung mit den Berzelius'ſchen Zahlen ergiebt ſich leicht, da Beider Darſtellung nur darin abweicht, daß bei Wollaſton das Atomgewicht des Sauerſtoffs = 10, bei Berzelius = 100 angenommen iſt.

Digitized by Google

Wollaſton's Atomgewichtstafel. 1814.

Subſtanz.	Wollaſton.	Berzelius.	Subſtanz.	Wollaſton.	Berzelius.
Waſſerſtoff	1,32	12,5	Kalium	49,1	489,9
Sauerſtoff	10,00	100,0	Bittererde	24,6	258,3
Waſſer	11,32	112,5	Calcium	25,46	256,0
Kohle	7,54	76,4	Strontian	63	647,3
Schwefel	20,00	201,2	Baryt	97	956,9
Phosphor	17,40	196,2	Eiſen	34,5	339,2
Stickſtoff	17,54	177,0	Kupfer	40	395,7
Chlor	44,1	442,6	Zink	41	403,2
Kleeſäure	47,0	452,8	Queckſilber	125,5	1265,8
Ammoniak	21,5	214,5	Blei	129,5	1294,5
Natrium	29,1	290,9	Silber	135	1351,6

Es iſt hier nur zu der Beſtimmung des Atomgewichts des Phosphors die Bemerkung zu machen, daß Wollaſton in der Phosphorſäure auf 1 Aequivalent Phosphor 2 Aequivalente Sauerſtoff annahm. — Die anderen in der Tabelle vorkommenden Verbindungen betrachtete er ſchon meiſt ganz ſo, wie es jetzt noch der Fall iſt.

So waren um 1814 ſchon die Atom- oder Aequivalentgewichte der Körper in einer Weiſe feſtgeſtellt, welche von den jetzt gebrauchten ſich nur in der Beziehung unterſchieden, daß die einzelnen Zahlenwerthe nicht ganz ſo genau waren, und daß die Beſtimmungen ganz empiriſch diejenigen Gewichtsverhältniſſe ausdrückten, nach welchen ſich die Conſtitution der Verbindung am einfachſten ergab. Dieſe Gewichte wurden von Einigen als die wahren relativen Gewichte der Atome der Körper angeſehen, aber für keine Klaſſe von Körpern wurde bei den obigen Beſtimmungen eine andere Betrachtungsweiſe geltend gemacht, welche als Beweis hätte hinzutreten können, daß die ſo gefundenen Aequivalentgewichte auch wirklich die Atomgewichte ſind. Ein neuer Geſichtspunkt wurde möglich, nachdem ſchon 1808 Gay-Luſſac ein einfaches Geſetz über die Verbindungsverhältniſſe der Gasarten hatte kennen lehren. Die näheren Umſtände dieſer Entdeckung, die der Stöchiometrie ganz angehört, haben wir nun zu betrachten.

Die erſten Verſuche, die Raumverhältniſſe zu beſtimmen, in welchen ſich zwei Gasarten zu einer chemiſchen Verbindung vereinigen, datiren aus

Unterſuchungen über die Verbindungsverhältniſſe der Gaſe.

den letzten Jahrzehnten des vorigen Jahrhunderts. Die Verſuche von Prieſtley, welcher mittelſt Salpetergas den Sauerſtoffgehalt der atmoſphäriſchen Luft zu beſtimmen ſuchte, gehören weniger hierher. Lavoiſier war der erſte, der in dieſer Beziehung genaue Unterſuchungen anſtellte. Bereits im Jahre 1783 unterſuchte er in Gemeinſchaft mit La Place, in welchem Verhältniß ſich Sauerſtoff mit Waſſerſtoff zu Waſſer verbindet, und fand es 1 Volumtheil Sauerſtoffgas zu 1,91 Volumtheilen Waſſerſtoffgas. Bei einer gleich darauf folgenden Wiederholung des Verſuchs, die er gemeinſchaftlich mit Meusnier anſtellte, beſtimmte er das Verhältniß wie 12 Raumtheile Sauerſtoffgas zu 23 Raumtheilen Waſſerſtoffgas. Fourcroy, Vauquelin und Seguin fanden 1790, daß 100 Volumtheile Sauerſtoffgas ſich mit 205 Volumtheilen Waſſerſtoffgas zu Waſſer vereinigen. Keiner von allen dieſen dachte indeß daran, daß das Verhältniß der Volumtheile einfach 1 zu 2 ſein könnte, obgleich die Reſultate der Beobachtungen nur wenig davon abwichen. — Ebenſo hatte ſchon 1785 Berthollet gezeigt, daß bei dem Zerſetzen von 100 Volumtheilen Ammoniakgas die nun getrennten Beſtandtheile 194 Volumtheile einnehmen, ohne zu bemerken, wie nahe dies Ausdehnungsverhältniß 1:2 iſt. Auf dieſe Regelmäßigkeit in ihrer ganzen Wichtigkeit machte erſt Gay-Luſſac 1808 aufmerkſam.

Bereits 1805 hatte dieſer Gelehrte in Gemeinſchaft mit Alexander von Humboldt gefunden, daß die Vereinigung von Sauerſtoffgas mit Waſſerſtoffgas zu Waſſer genau in dem Verhältniß von 1 Volumtheil des erſteren zu 2 Volumtheilen des letzteren Gaſes ſtattfindet. Auch Gay-Luſſac indeß verallgemeinerte dieſe Bemerkung zu jener Zeit noch nicht, erſt 1808 fand er, durch genaue Zerlegung vieler Verbindungen, deren Beſtandtheile gasförmig ſind, daß, wenn ſich zwei Gaſe mit einander vereinigen, dies immer in der Art geſchieht, daß die Volume der Beſtandtheile, welche in der Verbindung enthalten ſind, in einem einfachen Verhältniß zu einander ſtehen. Er zeigte, daß die Bildung des Waſſes hierher gehört, inſofern ſich dabei 1 Volum Sauerſtoffgas mit genau 2 Volumen Waſſerſtoffgas verbindet; er zeigte weiter, daß Salmiak durch die Vereinigung von 1 Volum Salzſäuregas mit genau 1 Volum Ammoniakgas entſteht, daß Fluorborongas ſich in zwei Verbindungen mit Ammoniakgas verbindet, entweder zu gleichen Raumtheilen, oder in dem Verhältniß von 2 Volumtheilen des erſteren Gaſes auf 1 Volumtheil des letzteren; daß bei der Verbindung des

Unterſuchungen über die Verbindungs-verhältniſſe d. Gaſe.

Kohlenſäuregaſes daſſelbe Verhalten ſtatthat. Ebenſo zeigte er, daß Schwefelſäure entſteht durch Verbindung von 1 Volumtheil ſchwefliger Säure mit $1/2$ Volumtheil Sauerſtoff, und auch die Zuſammenſetzung des Ammoniaks ergab ſich nun ſchon aus Berthollet's älteren Verſuchen, die ſein Sohn zu dieſer Zeit wiederholte, als aus 1 Maaß Stickgas auf 3 Maaß Waſſerſtoffgas beſtehend. Dieſe Geſetzmäßigkeit, daß, wenn ſich ein gasförmiger Beſtandtheil in mehreren Verhältniſſen mit einem andern Gas verbindet, die Mengen des erſteren (nach Volum), welche zu derſelben Volummenge des zweiten treten, einfache Multipla unter einander ſind, wies Gay-Luſſac damals beſonders überzeugend für die Oxydationsſtufen des Stickſtoffs nach. Er fand, daß die folgenden Verbindungen aus ihren Beſtandtheilen (dieſe im Gaszuſtand gedacht) zuſammengeſetzt ſind:

Stickoxydul	aus 2	Maaß	Stickgas	auf 1	Maaß Sauerſtoffgas
Stickoxyd	» 2	»	»	» 2	» »
ſalpetrige Säure	» 2	»	»	» 4	» »

Gay-Luſſac zeigte ferner, daß das Volum des Products einer ſolchen Verbindung, wenn es gasförmig iſt, zu der Summe der Volume der Beſtandtheile in einem einfachen Verhältniß ſteht; daß es entweder der Summe der Volume der Beſtandtheile gleich iſt, oder $1/2$ oder $1/3$ .... davon; wie z. B. im Ammoniak 1 Volum Stickgas und 3 Volume Waſſerſtoffgas (zuſammen 4 Volume) zu 2 Volumen der Verbindung vereinigt ſind, und ſalpetrige Säure ſich bildet, indem 1 Maaß Stickgas ſich mit 2 Maaß Sauerſtoffgas zu 2 Maaß der Verbindung ($2/3$ der Summe der Volume der Beſtandtheile) vereinigt.

Die Regelmäßigkeiten, welche Gay-Luſſac hinſichtlich der Verbindung gasförmiger Beſtandtheile nachwies, wurden den Chemikern 1809 bekannt, wo ſie Gay-Luſſac in dem 2. Bande der Mémoires de la société d'Arcueil publicirte. Sie ſchienen anfangs mit Dalton's Anſichten nicht verträglich. Der Grund davon lag einfach darin, daß zu jener Zeit noch alle Beſtimmungen der ſpecifiſchen Gewichte der Gasarten ſehr unvollkommen waren. Wenn es nach Dalton hinſichtlich der Zuſammenſetzung nach Gewicht allgemein wahr iſt, daß chemiſche Verbindungen überhaupt nach einfachen Verhältniſſen der Atomgewichte ihrer Beſtandtheile zuſammengeſetzt ſind, daß in Verbindungen nach mehrfachen Verhältniſſen auf 1 Atomgewicht des einen Beſtandtheils einfache Multipla des Atomgewichts des andern Beſtandtheils enthalten ſind — wenn es

Unterſuchungen über die Verbindungsverhältniſſe d. Gaſe.

andererſeits nach Gay-Luſſac wahr iſt, daß ſolche Regelmäßigkeiten auch für die Verbindungen der Gaſe nach Volumen gelten — ſo läßt ſich hieraus kein anderer Schluß ziehen, als daß Ein Volum eines Gaſes zugleich Ein Atomgewicht deſſelben iſt, daß gleiche Volume verſchiedener Gaſe im Verhältniß ihrer Atomgewichte ſchwer ſind; daß alſo die ſpecifiſchen Gewichte der Gaſe auch ihre Atomgewichte ſind, oder doch in einem einfachen Verhältniß dazu ſtehen. Und wenn dies nicht der Fall iſt, ſo müſſen entweder Dalton's Geſetze oder die Gay-Luſſac's ungültig ſein. Die ſpecifiſchen Gewichte der Gasarten waren aber damals im höchſten Grade unvollkommen ermittelt; von den einfachen Körpern kannte man nur drei im Gaszuſtand in Hinſicht auf ihre Dichtigkeit, und ſelbſt bei dieſen wenigen ſtimmten die damals als die beſten angeſehenen Dichtigkeitsbeſtimmungen nicht mit dieſer Folgerung. Kann es unter dieſen Umſtänden wundern, wenn Dalton, von der Richtigkeit ſeiner Anſichten überzeugt, Bedenken trug, die Folgerungen von Gay-Luſſac's Verſuchen anzuerkennen? In der That ſuchte Dalton in dem 1810 erſchienenen 2. Bande ſeines New System of Chemical Philosophy zu widerlegen, daß eine ſolche Regelmäßigkeit hinſichtlich der Verbindung von gasförmigen Körpern ſtatthabe, wie ſie Gay-Luſſac angezeigt hatte. Die letzteren indeß beſtätigten ſich bald allgemein (wenn die Genauigkeit, womit Gay-Luſſac's Verſuche angeſtellt waren, noch eine Beſtätigung nöthig machte), und bald ſah man auch ein, aus welchem Grunde die Uebereinſtimmung zwiſchen Dalton's und Gay-Luſſac's Geſetzen bisher zu mangeln ſchien.

Berzelius' ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

Als der Chemiker, welcher vorzüglich die von Gay-Luſſac entdeckten Geſetzmäßigkeiten hinſichtlich der Verbindungsverhältniſſe gasförmiger Körper bei der Beſtimmung der Gewichtsmengen, in welchen ſich die Körper überhaupt vereinigen, zu Grunde legte, iſt Berzelius zu nennen. Berzelius iſt als der Schöpfer des heutigen Zuſtandes der Stöchiometrie zu betrachten; ebenſo wie in dem theoretiſchen Theil der Stöchiometrie (den ich gleich in der Geſchichte der atomiſtiſchen Theorie abhandeln werde), hat er auch in dem experimentellen Vorzügliches geleiſtet. Kein anderer hat, ſo wie er, die von Richter, Dalton und Gay-Luſſac für verhältnißmäßig wenig Verbindungen aufgefundenen Geſetze zu beſtätigen, zu verallgemeinern und erweitern gewußt, keiner ſich um die ſorgfältige Beſtimmung

Berzelius' ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

der dabei in Betracht kommenden Zahlenverhältniſſe ſo viel Verdienſt erworben, als Berzelius.

Berzelius' Arbeiten fingen weit früher an, als bis wohin wir in dem Vorhergehenden bereits die Fortſchritte der Stöchiometrie verfolgt haben, und an der Entwicklung bis zu dieſem Zeitpunkt hatte er bereits wichtigen Antheil, wie denn beſonders in der Seite 376 mitgetheilten Tabelle von Wollaſton viele Beſtimmungen ihre Richtigkeit der Genauigkeit der Analyſen von Berzelius verdanken, aus denen ſie abgeleitet ſind.

Berzelius wurde zu Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand geführt, als er die erſte Auflage ſeines Lehrbuchs der Chemie (welche 1808 erſchien) bearbeitete, und zu dieſem Behuf unter anderen wenig geleſenen Werken auch Richter's Schrift »über die neueren Gegenſtände der Chemie« durchging. Berzelius' durchdringender Geiſt ſah ſogleich die lange verkannte Wichtigkeit der Richter'ſchen Betrachtungsweiſe ein, er ſah, daß dieſe Betrachtungsweiſe ein Mittel in die Hand giebt, aus der genauen Analyſe einiger Salze die Zuſammenſetzung aller anderen Salze, welche aus den erſteren durch wechſelſeitige Zerſetzung unter Beibehaltung der Neutralität gebildet werden können, mit Sicherheit abzuleiten. Berzelius ſah ein, daß die erſte Grundlage zur Anwendbarkeit dieſer Berechnungsmethode in möglichſt ſcharfen Analyſen einiger Salze geſucht werden muß; er begann an dieſer Feſtſtellung der ſtöchiometriſchen Elemente zu arbeiten in einer Zeit (vor 1808), als weder Dalton's atomiſtiſche Theorie noch Gay-Luſſac's Entdeckungen über die Verbindungsverhältniſſe der Gaſe zur allgemeineren Kenntniß gekommen waren. Als Dalton's Entdeckung der multiplen Proportionen und der Geſetzmäßigkeit, daß das Atomgewicht einer Verbindung durch die Summe der Atomgewichte der darin enthaltenen Beſtandtheile gegeben iſt, Berzelius bekannt wurde, hatte er bereits unter den ſchon gewonnenen Reſultaten ſeiner Analyſen viele, welche dieſe Anſichten auf eine ausgezeichnete Weiſe beſtätigten. Und indem Berzelius alle ſeitdem in das Gebiet der Stöchiometrie fallenden Entdeckungen in das Bereich ſeiner Arbeit aufnahm, und ſelbſt mehrere der wichtigſten Regelmäßigkeiten entdeckte, gewannen ſeine Unterſuchungen über dieſen Gegenſtand eine ſolche Ausdehnung, wie kaum je irgend ein anderer Chemiker einen einzelnen Zweig der Chemie umfaſſend behandelt hat.

Berzelius, nicht mit den vagen Uebereinſtimmungen zwiſchen Rechnung und Erfahrung zufrieden, welche für Richter und Dalton in

Berzelius' ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

vielen Fällen genügend waren, um die Exiſtenz von Naturgeſetzen für erwieſen zu erachten, fand im Gegentheil in den Differenzen zwiſchen den unmittelbaren Ergebniſſen der Analyſe und der aus einigen früher beſtimmten Elementen geführten Rechnung die Wegweiſer, welche ihn zu einer hinreichend ſcharfen Ausmittelung aller in der Stöchiometrie vorkommenden Zahlengrößen leiteten. Er ſah in jeder, noch ſo kleinen, Differenz das Kennzeichen eines begangenen Beobachtungsfehlers, aber durch häufige Wiederholung der Verſuche nach verſchiedenen Methoden lernte er die begangenen Fehler kennen und vermeiden; indem er ſo zeigte, nach welchen Methoden man arbeiten muß, um die Reſultate von Analyſen in vollkommene Uebereinſtimmung mit der theoretiſchen Berechnung zu bringen, hob er die analytiſche Chemie zu einer Stufe der Vollkommenheit, welche ſie ohne dieſe ſcharfe Controle, ohne ſeinen Scharfſinn in der Auswahl der zweckmäßigſten Methoden und in der Auffindung neuer Hülfsmittel und ohne ſeine bewundernswürdige Ausdauer nie erreicht hätte.

Von den vielen wichtigen Wahrnehmungen, welche Berzelius bei dieſen Unterſuchungen machte, erwähne ich hier, als der Zeit nach der erſten, derjenigen über das Verhältniß der Sauerſtoffmengen der Baſen und Säuren in neutralen Salzen. Daß das Sättigungsvermögen der Metalloxyde von ihrem Sauerſtoffgehalt abhängt, hatte ſchon Richter gefunden; durch Davy's Entdeckung, daß auch die Alkalien Metalloxyde ſind, wurde in dieſer Beziehung weiteren Forſchungen die Bahn eröffnet, und Berzelius zeigte 1810 durch die genaueſten Unterſuchungen, daß allgemein bei Bildung eines Neutralſalzes eine beſtimmte Menge von einer Säure immer in der ſie ſättigenden Baſis dieſelbe Menge Sauerſtoff vorausſetzt. Berzelius ging aber nun weiter zur Beantwortung der Frage, wie ſich die Menge des Sauerſtoffs in den Säuren zu der Menge einer Baſis, welche ſie ſättigen, verhält; und ſchon 1811 wurde von ihm nachgewieſen, daß eine Säure in jedem Neutralſalze, das ſie bildet, entweder eine gleiche Menge, oder doppelt, oder dreifach u. ſ. w. ſo viel Sauerſtoff enthält, als die Baſismenge, wodurch ſie neutraliſirt wird, daß alſo in den neutralen Salzen der Sauerſtoff der Baſe ein Theiler iſt für den Sauerſtoff der Säure. Dieſe und andere Entdeckungen von Berzelius, daß z. B. wenn ein Schwefelmetall in ein ſchwefelſaures Salz oxydirt wird, das letztere neutral iſt, u. ſ. w., trugen hauptſächlich dazu bei, die Wichtigkeit der ſtöchiometriſchen Rechnungen in's rechte Licht zu ſetzen.

Berzelius' ſtöchiometriſche Unterſuchungen.

Kein anderer Chemiker hat die Geſetze der Stöchiometrie ſo fruchtbar zu machen gewußt, kein anderer hat ſie in ſo vielen verſchiedenen Fällen nachgewieſen, wo man weit entfernt war, derartige Regelmäßigkeiten vorauszuſetzen. Außer ſeinen zahlreichen Unterſuchungen über Verbindungen der unorganiſchen Chemie, deren atomiſtiſche Conſtitution er aufzufinden ſich beſtrebte, waren beſonders diejenigen Entdeckungen von ihm für die Chemie wichtig, daß auch alle organiſchen Subſtanzen nach den Regeln der Stöchiometrie zuſammengeſetzt ſind, und daß die Producte des Mineralreichs ebenſo eine beſtimmte Regelmäßigkeit der Zuſammenſetzung befolgen, und ſich ganz als chemiſche Verbindungen betrachten und claſſificiren laſſen. Ueber dieſe Gegenſtände findet ſich die weitere Mittheilung des Hiſtoriſchen, wo von der Mineralogie als einer Hülfswiſſenſchaft der Chemie gehandelt wurde, und wo die Entwicklung der organiſchen Chemie zu beſprechen iſt. Hier aber iſt zunächſt noch weiter auszuführen, wie Berzelius ſich ein unvergängliches Verdienſt dadurch erworben hat, daß er die Atomgewichte aller einfachen Körper, alle ſtöchiometriſchen Elemente, durch genaue Verſuche möglichſt ſcharf feſtzuſtellen ſuchte. Seine Bemühungen in dieſer Beziehung machten eine Reihe von Arbeiten nöthig, von einer Ausdehnung, wie ſie kaum bei der Löſung irgend eines andern wiſſenſchaftlichen Problems wieder vorkam, und er führte ſie mit einer Genauigkeit aus, daß noch für lange Zeit ſeine Beſtimmungen im Allgemeinen die leitenden ſein werden. Mögen auch in neueſter Zeit einige ſeiner Beſtimmungen Berichtigungen erhalten haben, ſo ſind doch dieſe nicht bedeutend; Berzelius hat wenigſtens die Atomgewichte mit einer ſolchen Genauigkeit ausgemittelt, daß über die Conſtitution der Verbindungen kein Zweifel bleiben konnte; und welche andere Arbeit in der Chemie kann ſich, mit Berückſichtigung der Zeit, wo ſie angeſtellt wurde, mit der von Berzelius an Genauigkeit meſſen, welche andere Zahlenbeſtimmungen haben, trotz des raſchen Fortſchreitens dieſer Wiſſenſchaft, ſo lange ſich volle Autorität zu behaupten gewußt?

Berzelius' Beſtimmungen der Atomgewichte (die Arbeiten hierüber ſind urſprünglich in dem 3. — 6. Theile ſeiner Afhandlingar [1810 — 1818] und in den Denkſchriften der Stockholmer Akademie für dieſen Zeitraum enthalten) gaben ſchon in dem Anfange ſeiner Unterſuchungen Reſultate, welche von denen ſeine Vorgänger oft bedeutend abwichen; ſeine ſpäteren Unterſuchungen berichtigten ſeine erſten, zeigten aber zugleich, wie gering

die Fehlergrenze auch bei dieſen geweſen war. Ich habe oben angefangen, die Vervollkommnung der ſtöchiometriſchen Tafeln von ihrer erſten Entſtehung an dadurch zu zeigen, daß ich die verſchiedenen Tabellen, wie ſie hintereinander aufgeſtellt wurden, mittheilte. Es wird, um dieſe Ueberſicht zu vollenden, angemeſſen ſein, auch die Atomgewichtstafeln von Berzelius hier einzurücken, und ich wähle hierzu die erſte vollſtändige, die er mittheilte (von 1815), und eine ſpätere gleichfalls von ihm ausgegangene (von 1826), welche letztere ſich in den meiſten Zahlen unverändert bis auf die neueſte Zeit behauptet hat. Die minder wichtigen Elemente glaube ich hier auslaſſen zu dürfen.

Berzelius' Atomgewichtstafeln 1815 und 1826.

Subſtanz	Berzelius 1815	Berzelius 1826
Sauerſtoff	100	100
Schwefel	201	201,2
Phosphor	167,5	196,2
Muriaticum	139,6	(142,6)
Fluoricum	60	
Boron	73,3	136,0 (× 1/2 = 68,0)
Kohle	74,9	76,4
Nitricum	79,5	(77,0)
Waſſerſtoff	6,64	6,24
Arſenik	839,9	470,0 (× 2 = 940,0)
Molybdän	601,6	598,5
Chrom	708,1	351,8 (× 2 = 703,6)
Wolfram	2424,2	1183,2 (× 2 = 2366,4)
Tellur	806,5	806,5
Antimon	1613	806,5 (× 2 = 1613,0)
Kieſel	304,3	277,5
Platin	1206,7	1215,2
Gold	2483,8	1243,0 (× 2 = 2486,0)
Queckſilber	2531,6	1265,8 (× 2 = 2531,6)
Silber	2688,2	1351,6 (× 2 = 2703,2)
Kupfer	806,5	395,7 (× 2 = 791,4)
Nickel	733,8	369,7 (× 2 = 739,4)
Kobalt	732,6	369,0 (× 2 = 738,0)
Wismuth	1774	1330,3 (× 4/3 = 1774)
Blei	2597,4	1294,5 (× 2 = 2589,0)
Zinn	1470,6	735,3 (× 2 = 1470,6)

Berzelius' Atomgewichtstafeln 1815 und 1826.

Subſtanz.	Berzelius 1815	Berzelius 1826
Eiſen	693,6	339,2 (× 2 = 678,4)
Zink	806,4	403,2 (× 2 = 806,4)
Mangan	711,6	355,8 (× 2 = 711,6)
Aluminium	343	171,2 (× 2 = 342,4)
Magneſium	315,5	158,4 (× 2 = 316,8)
Calcium	510,2	256,0 (× 2 = 512,0)
Strontium	1118,1	547,3 (× 2 = 1094,6)
Baryum	1709,1	856,9 (× 2 = 1713,8)
Natrium	579,3	290,9 (× 2 = 581,8)
Kalium	978,0	489,9 (× 2 = 979,8)

Zu dieſer Tabelle bemerke ich vorerſt, daß in der Phosphorſäure Berzelius 1815 zwei Atome Sauerſtoff annahm; daß Muriaticum, Fluoricum und Nitricum hypothetiſche Körper ſind, welche nach Berzelius' früheren Anſichten die Säuren bilden, die beiden erſteren durch Verbindung mit 2 Atomen Sauerſtoff die hypothetiſche Salzſäure und Flußſäure, die letztere durch Verbindung mit 6 Atomen Sauerſtoff die Salpeterſäure (und dieſen Annahmen gemäß ſind die aus den Angaben von 1826 abgeleiteten Vergleichungen beigefügt).

In Hinſicht auf die Genauigkeit der einzelnen Zahlenbeſtimmungen, inſofern ſie von der größeren Geſchicklichkeit und den vervollkommneteren Methoden zu analyſiren abhängt, haben wir jetzt die ſtöchiometriſchen Tabellen von ihrem erſten Anfange an bis zu unſerer Zeit verfolgt; denn die meiſten der in der zunächſt vorhergehenden Tabelle enthaltenen Größen ſind noch jetzt die allgemein angenommenen, und wenn auch einzelne Beſtimmungen in der letzten Zeit noch genauer ausgeführt worden ſind, als es Berzelius zu der Zeit möglich war, wo er die dahin gehörigen Verſuche ausführte, ſo ſind doch die neueren Reſultate von denen, welche Berzelius auffand, nur wenig verſchieden, ſehr wenig im Verhältniß zu den Aenderungen, durch welche Berzelius alle vor ſeiner Zeit abgeleiteten Angaben berichtigte. In dieſer Beziehung könnten wir uns nun von der Beſtimmung der Atomgewichte wegwenden, aber wenn wir dieſe ſtöchiometriſchen Tabellen aus verſchiedenen Zeitpunkten betrachten, ſo ſehen wir, daß unabhängig von der eben beſprochenen Art der genaueren Zahlen-

beſtimmung und der Willkürlichkeit, für welchen Körper man das Atomgewicht = 1 oder 10 oder 100 ſetzt, die Angaben für das Gewicht Eines Atoms ſich mannichfach ändern; daß z. B. Dalton in Bezug auf das Atomgewicht des Sauerſtoffs das des Waſſerſtoffs doppelt ſo groß ſetzte, als Berzelius; daß 1815 bei vielen Metallen für das Gewicht Eines Atoms gehalten wurde, was 1827 und ſpäter als das Gewicht von zwei Atomen angeſehen wurde. Es führt uns dies darauf, zu unterſuchen, nach welchen Grundſätzen man in den verſchiedenen Zeiten für die Körper das relative Gewicht Eines Atoms auszumitteln ſuchte. Wir haben dies in der Betrachtung der Theorien über die atomiſtiſche Conſtitution der Materie zu unterſuchen, die das Vorhergehende vervollſtändigen muß, in welchem die empiriſche Erkenntniß der ſtöchiometriſchen Geſetze der hauptſächlichſte Gegenſtand der Berichterſtattung war.

Die allgemeinen Betrachtungen darüber, ob die Materie aus kleinen, an ſich untheilbaren, Körperchen zuſammengeſetzt ſei, gehören mehr in das Gebiet der Philoſophie, als in das der Chemie. Inſofern wir hier hauptſächlich die Anwendung dieſer Betrachtungsweiſe auf chemiſche Erſcheinungen im Auge zu behalten haben, wird für die einer ſolchen Anwendung der Zeit nach vorhergehenden atomiſtiſchen Anſichten eine kurze Andeutung genügen. Atomiſtiſche Theorie.

Die erſte Aeußerung atomiſtiſcher Anſichten reicht vor die Zeit jeder wiſſenſchaftlichen Erforſchung der Chemie hinaus; in der griechiſchen Philoſophie ſind die erſten Keime dieſer ſpäter für unſere Wiſſenſchaft ſo fruchtbaren Idee zu ſuchen. Leucippus (500 vor Chr. Geb.) war, ſoweit die Geſchichte darüber Auskunft giebt, der Erſte, welcher in allen Körpern höchſt feine, verſchieden geſtaltete und auch ihrem Weſen nach verſchiedene kleinſte Theilchen als Grundlage annahm; eine Folge der Verbindung der gleichartigen unter dieſen kleinſten Theilchen ſollte die Bildung größerer Maſſen derſelben Subſtanzen ſein. Dieſe Anſicht wurde hauptſächlich ausgebildet durch Epicur (345 — 274 vor Chr. Geb.), welcher zuerſt dieſen angenommenen kleinſten Theilchen die Bezeichnung »Atome« beilegte, und dadurch ihre Untheilbarkeit und Unveränderlichkeit ausſprach. Das Weſentliche der atomiſtiſchen Betrachtungsweiſe, wie ſie von Epicur angedeutet wurde, beruht alſo darin, daß nach ihr die geſammten Körper durch das Zuſammentreffen gleichartiger Theilchen gebildet werden, und daß die Be- Anſichten der griechiſchen Philoſophen.

Digitized by Google

Atomiſtiſche Theorie.

ſchaffenheit der Atome zugleich die Eigenſchaften der daraus zuſammengeſetzten Körper bedingt.

Von dieſer Zeit an zieht ſich die atomiſtiſche Theorie durch viele Jahrhunderte durch, angenommen von bedeutenden Gelehrten, vielfach verdreht von den Scholaſtikern, in deren Naturphiloſophie die Zuſammenſetzung aller Körper aus materiellen Theilchen gelehrt wurde. — Die Chemiker bis zum 17. Jahrhundert haben wenig Beſtimmtes darüber ausgeſprochen, ob ſie der atomiſtiſchen Theorie anhingen; derartige Gegenſtände lagen meiſt nicht in dem Kreiſe ihrer Unterſuchung. Einzelne indeß noch in der erſten Hälfte des 17. Jahrhunderts gaben gelegentlich eine Anſicht zu erkennen, z. B. van Helmont, für welchen die atomi gas ob nimiam exiguitatem invisibiles ſind, und der alſo doch Atome in den Körpern angenommen zu haben ſcheint.

Des Cartes' Anſichten.

Die atomiſtiſche Theorie gewann noch an Anſehen, als gegen die Mitte des 17. Jahrhunderts ſie Des Cartes [1]) zur Grundlage ſeiner Anſichten über das Weſen der Materie nahm. Er betrachtete die Materie als zuſammengeſetzt aus Atomen, die zwar an und für ſich untheilbar ſind, dem Begriffe nach aber als theilbar gedacht werden können, weil ſie ausgedehnt ſein müſſen; und ohne Ausdehnung hält er nichts Materielles für denkbar. Nach Des Cartes ſollen alle Atome, je nach ihrer verſchiedenen Feinheit, in drei Kategorien zerfallen, und er verſuchte die verſchiedenen Eigenſchaften verſchiedener Körper durch ihren ungleichen Gehalt an Atomen von verſchiedener Feinheit zu erklären. Endlich ſollen dieſe Atome an ſich keine Schwere haben, ſondern dieſe erſt durch ihre Lage und Bewegung gegen einander erhalten.

Weniger ſpitzfindig, aber den Naturerſcheinungen mehr entſprechend und einen den heutigen Meinungen ſich nähernden Verſuch zu ihrer Erklä-

---

1) René Des Cartes (latiniſirt Carteſius) war 1596 zu La Haye en Touraine geboren. Seine Erziehung genoß er in dem Jeſuitencollegium zu La Flèche; um ſeine Erfahrungskenntniſſe durch Reiſen auszubilden, wählte er den Militairſtand, und machte mehrere Feldzüge in Deutſchland mit. Später ließ er ſich als Privatmann in Holland nieder, wo er indeß ſeiner metaphyſiſchen Anſichten wegen mit den Geiſtlichen in heftige Streitigkeiten gerieth. Einer Einladung der Königin Chriſtine von Schweden folgend, verlebte er ſeine letzten Jahre in Stockholm, wo er 1650 ſtarb. Seine Leiche wurde 1666 nach Paris gebracht. Seine Schriften wurden zu Amſterdam 1690—1701 und wiederholt 1713 geſammelt herausgegeben.

Atomiſtiſche Theorie. Boyle's Anſichten.

rung geſtattend, waren Boyle's gleichzeitige Anſichten. Er zuerſt faßte den Begriff deſſen auf, was wir jetzt unter einem chemiſchen Atome verſtehen; er legte den Atomen oder Partikeln, wie er ſie nannte, Schwere bei, und ſeine Betrachtungsweiſe hat namentlich für uns Intereſſe, weil er zuerſt die Entſtehung einer chemiſchen Verbindung aus der innigen Aneinanderlagerung der kleinſten Theilchen verſchiedener Beſtandtheile zu erklären ſuchte. Seite 307 dieſes Theiles, wo von den Theorien über die Urſache der Verwandtſchaft die Rede war, habe ich ſchon eine hierher bezügliche Stelle von ihm mitgetheilt, und in ſeinem Werke „Chemista scepticus“ (1661) finden ſich noch mehrere dahin gehörige Stellen. Er ſtellt hier die Propoſitionen auf: Non videri absurdum concipere, in prima mixtorum corporum productione materiam illam universalem, ex qua ea inter ceteras universi partes constabant, in exiguas particulas, diversis magnitudinibus et figuris instructas, varieque motas, actu divisas esse; und über die Entſtehung der chemiſchen Elemente (vergl. Seite 275): Neque esse impossibile, ex minutis his particulis quasdam ex minimis et vicinis hic illic in minutas massulas et quasi racemos fuisse associatas, suisque coalitionibus magnam copiam exiguorum ejusmodi primariorum concretorum, seu massularum copiam constituisse, quae in tales particulas, quae eas componebant, non facile poterant dissipari. So ſteht bei Boyle ein Partikularſyſtem ziemlich ausgebildet da, nach welchem jede Vereinigung auf Juxtapoſition kleinſter Theilchen beruht, und bei Bildung complicirterer Verbindungen ſich zuſammengeſetzte Atome, wie ſonſt einfache, verhalten.

Auf den eben citirten Abſchnitt von den Theorien über die Urſache der Verwandtſchaft verweiſe ich auch, was die atomiſtiſchen Anſichten der ihm zunächſt folgenden Chemiker angeht, ebenſo wie ich Seite 324 bereits über den Verſuch, im Gegenſatz zu der atomiſtiſchen Theorie eine dynamiſche zu begründen, berichtet habe.

Die atomiſtiſche Theorie wurde für die Chemie aber erſt von größter Wichtigkeit, und ihre Anwendbarkeit wurde erſt außer allen Zweifel geſetzt, als die Chemiker ſie nicht allein zur Erklärung der Entſtehung einer chemiſchen Verbindung im Allgemeinen benutzten, ſondern als ſie anfingen, ſie mit den Unterſuchungen über die Gewichtsverhältniſſe, in welchen ſich die verſchiedenen Körper verbinden, in Zuſammenhang zu bringen.

Den erſten, aber noch ſehr unvollkommenen Verſuch in dieſer Bezie-

Google

Atomiſtiſche Theorie. Higgins' Anſichten.

hung hatte Higgins (Profeſſor der Chemie zu Dublin) gemacht. In einer 1789 erſchienenen Schrift »A comparative view of the phlogistic and antiphlogistic theories« äußerte er, daß man die Körper als aus Theilchen oder Atomen zuſammengeſetzt anſehen könne, und daß die verſchiedenen Oxydationsſtufen die Folge ſeien von der Verbindung verſchieden vieler Atome Sauerſtoff mit einem Atom des andern Beſtandtheils. Dieſe Anſicht wurde nur gelegentlich erwähnt; keine Verſuche lagen damals vor, durch welche ſie hätte gerechtfertigt werden können; ihr Urheber ſelbſt ſtellte keine an, um ſie zu beweiſen, und ſo muß Higgins' Meinung als eine unbegründete angeſehen werden, die zudem auf alle folgenden derartigen Unterſuchungen keinen Einfluß ausübte, alſo auch die ſpätere Entdeckung von Geſetzmäßigkeiten in Bezug auf atomiſtiſche Zuſammenſetzung in keiner Weiſe als eine Folgerung aus Higgins' Andeutungen erſcheinen läßt.

Richter hat über die theoretiſche Betrachtung der Verbindungsverhältniſſe wenig mitgetheilt. Es findet ſich bei ihm öfters der Ausdruck Maſſentheilchen gebraucht, um die Gewichtsmengen der Säuren und Baſen zu bezeichnen, die mit einander in Verbindung treten. Obgleich dieſe Auffaſſung der ſpäter für den Begriff eines Atoms aufgeſtellten ziemlich entſpricht, kann man doch Richter keinen Antheil an der Begründung der chemiſchen Atomtheorie zugeſtehen. Er hat die Aufſtellung dieſer Theorie wohl vorbereitet, aber er hat die Theorie ſelbſt nicht ausgeſprochen.

Dalton's atomiſtiſche Theorie.

Dalton war der Erſte, der dies that, und zwar ſogleich mit Anwendung auf die Zuſammenſetzung ſehr verſchiedenartiger Verbindungen. Zu dem, was hierüber ſchon Seite 370 bis 374 dieſes Theiles angegeben wurde, haben wir hier noch Folgendes hinzuzufügen. Seine Theorie, wie er ſie bereits 1804 aufgefaßt hatte, entwickelte er vollſtändiger zuerſt 1808. Nach dieſer ſind alle Körper bis zu einer gewiſſen Grenze theilbar; darüber hinaus findet keine weitere Theilbarkeit Statt. Die letzten Producte der ſoweit als möglich fortgeſetzt gedachten Theilung ſind Atome, welche für dieſelben Körper ſtets von gleichem Gewicht und von gleicher Größe ſind. Die Atome der verſchiedenen einfachen Körper ſind verſchieden ſchwer, wahrſcheinlich auch verſchieden groß. Jedes Atom iſt mit einer Wärmeſphäre umgeben; unmittelbare Berührung zweier Atome findet nie Statt, weder zwiſchen gleichartigen, noch zwiſchen ungleichartigen. Ob die Atome der verſchiedenen einfachen Körper gleichgeſtaltet ſind, ſteht dahin; aber da wir jedes Atom mit ſeiner zugehörigen Wärmeſphäre als ein Ganzes betrachten

können, ſo ſind gewiß in dieſem Sinne die Atome aller einfachen Körper kugelförmig, und auch die Geſtalt eines durch Zuſammentreten mehrerer verſchiedenartiger Atome entſtehenden kleinſten Theilchens einer Verbindung kann als ſphäriſch oder ſich der ſphäriſchen Form nähernd betrachtet werden, wenn man die Geſtalt als durch die Wärmeſphäre gegeben annimmt. Chemiſche Verbindung entſteht durch inniges Aneinanderlagern von Atomen verſchiedener Körper zu einem eigenthümlichen neuen Atome. Die (zuſammengeſetzten) Atome einer Verbindung ſtehen weiter von einander ab, als die in einem Atome der Verbindung enthaltenen einfachen Atome unter ſich entfernt ſind. Chemiſche Analyſis oder Syntheſis iſt nichts weiter als Trennung von auf dieſe Art innig vereinigten Atomen verſchiedener Körper, oder Wiedervereinigung derſelben. Bei Bildung einer chemiſchen Verbindung treten nur ſehr wenige (meiſt Eins) Atome des einen Beſtandtheils mit ſehr wenigen (meiſt Einem) des andern zur Bildung eines Atoms der Verbindung zuſammen. Die Mengen der in einem zuſammengeſetzten Atome enthaltenen elementaren Atome ſtehen alſo in einem einfachen Verhältniſſe zu einander. Verbinden ſich zwei Elemente nur in einem einzigen Verhältniſſe, ſo iſt zu vermuthen, daß ſich 1 Atom des einen Beſtandtheils mit 1 Atom des andern verbunden hat, und die Gewichtsmengen, in denen ſie ſich vereinigen, geben die relativen Gewichte der Atome der Elemente. Verbinden ſich zwei Elemente A und B in verſchiedenen Verhältniſſen, ſo müſſen die ſo entſtehenden verſchiedenen Verbindungen in folgender Reihe enthalten ſein:

Dalton's atomiſtiſche Theorie.

1	Atom	A	verbinden	ſich	mit	1	Atom	B	zu 1	Atom	einer Verbindung
1	»	A	»	»	»	2	»	B	» 1	»	»
2	»	A	»	»	»	1	»	B	» 1	»	»
1	»	A	»	»	»	3	»	B	» 1	»	»
3	»	A	»	»	»	1	»	B	» 1	»	»

und ſo fort.

Nach Dalton können ſich weiter die ſo gebildeten Verbindungen wieder unter einander vereinigen, und zwar befolgen dann ihre (zuſammengeſetzten) Atome ganz dieſelben Geſetze, welche eben für die (einfachen) Atome der Elemente entwickelt wurden. Das Gewicht eines Atoms von einer Verbindung iſt durch die Summe der Gewichte der darin enthaltenen einfachen Atome beſtimmt.

Dalton, der alle dieſe Anſichten zuerſt aufſtellte, muß demnach als der Erſte betrachtet werden, der die relativen Gewichte der Atome (von ein-

fachen und von zuſammengeſetzten Körpern) zu beſtimmen ſuchte, ebenſo wie die Anzahl der einfachen Atome, welche ein zuſammengeſetztes Atom bilden, und die Anzahl von weniger zuſammengeſetzten Atomen, welche in ein mehr zuſammengeſetztes Atom eingehen; er hat zuerſt die atomiſtiſche Conſtitution der Verbindungen unterſucht. Higgins vindicirte zwar die Ehre dieſer Entdeckung für ſich, und ſeine Anſprüche fanden für kurze Zeit einen Vertheidiger in H. Davy, der von dem Erſteren überredet worden war, daß dieſer wirklich zuerſt das Geſetz der multiplen Proportionen und der atomiſtiſchen Conſtitution der Verbindungen ausgeſprochen habe. Davy äußerte ſich demgemäß zu Gunſten Higgins' in einer Vorleſung, welche er vor der royal society 1809 über das Chlor hielt; es hatte dies eine Discuſſion zwiſchen ihm und Thomſon, dem unermüdlichen Vertheidiger deſſen, was für Dalton zu wahren iſt, zur Folge, in welcher ſich Davy von ſeinem Irrthume überzeugte; und ſpäter, namentlich 1813, erkannte Davy den Dalton als den eigentlichen Entdecker jener Geſetzmäßigkeiten öffentlich an. — In Betreff von Dalton's Anſicht über die atomiſtiſche Conſtitution der Verbindungen müſſen wir hier noch Einiges darüber angeben, wie er die relativen Gewichte der einfachen Atome zu beſtimmen ſuchte, da die Annahmen hierüber die Baſis aller Vorſtellungen über die Conſtitution der Verbindungen bilden.

Unterſuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Als Grundſatz ging Dalton bei dieſer Beſtimmung davon aus, daß in Verbindungen von Beſtandtheilen, welche ſich nur in einem einzigen Verhältniß vereinigen, gleichviel Atome beider Beſtandtheile anzunehmen ſeien. Demgemäß nahm er im Waſſer 1 Atom Waſſerſtoff auf 1 Atom Sauerſtoff an. Die oben, Seite 371 und 372 mitgetheilten Tabellen von 1804 und 1808 ſind dieſem Grundſatze gemäß aufgeſtellt. Dieſe Annahme indeß, mangelhaft ſchon aus dem Grunde, weil ſie von der Zufälligkeit abhängt, ob eine Verbindung ſchon entdeckt iſt oder nicht, wurde bald weniger berückſichtigt. Ein anderer Grundſatz, der ihn leitete, war der, daß in neutralen Salzen gleichviel Atome Säure und Baſis enthalten ſind. Dieſer erhielt ſich länger.

Ehe ich fortfahre, über die anderen Betrachtungsweiſen zu berichten, welche man zur Beſtimmung des relativen Gewichts der einfachen Atome anwandte, muß ich hier noch einer Annahme hinſichtlich der Atomgewichte erwähnen, die ſich auch zuerſt bei Dalton findet; die zwar keinen Einfluß hat auf die Anſicht über die Conſtitution einer Verbindung, wohl aber von

Untersuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Wichtigkeit war in Beziehung auf die genaue Zahlenbeſtimmung der Atomgewichte. Dieſe Annahme will ich hier gleich vollſtändiger mit Anticipirung der ſpäteren Forſchungen abhandeln. Sie betrifft die Frage, ob alle Atomgewichte Multipla des kleinſten unter ihnen, des Waſſerſtoffs alſo, ſind.

Im Anfange ſeiner Unterſuchungen über die atomiſtiſche Theorie war Dalton nicht der Anſicht, daß alle Atomgewichte Multipla des kleinſten ſind; in ſeiner 1804 an Thomſon mitgetheilten kleinen Tabelle (S.371) iſt das Atomgewicht des Sauerſtoffs, auf das des Waſſerſtoffs als Einheit bezogen, mit einem Bruche behaftet. In ſeiner ſpäteren Tabelle von 1808 (Seite 372) ſind hingegen alle Atomgewichte ganze Zahlen, ſie ſind alle Multipla von dem des Waſſerſtoffs. Doch findet ſich bei Dalton nichts darüber mitgetheilt, ob dies ſeinen Anſichten nach ſo ſein muß; die Ungenauigkeit der damaligen Analyſen, ihre Abweichungen unter einander ließen aber wohl zu, die Atomgewichte in ganzen Zahlen auszudrücken, weil, auch im Fall ſie nicht ganze Zahlen (auf das Gewicht des Waſſerſtoffatoms als Einheit bezogen) wären, die Unſicherheit der Analyſen doch nicht die Bruchtheile mit Sicherheit zu beſtimmen geſtattete.

Später indeß wurde als allgemeines Naturgeſetz aufgeſtellt, daß das Atomgewicht des Waſſerſtoffs ein Submultiplum von den Atomgewichten aller übrigen ſei, und zwar war es vorzüglich der Engländer Prout, der 1815 dieſe Anſicht zu beweiſen ſuchte. Prout ſelbſt ſtellte wenig eigene Verſuche an, um die Exiſtenz dieſes Geſetzes zu beweiſen; es wurde indeß von vielen, namentlich engliſchen, Chemikern angenommen, und unter dieſen hauptſächlich von Thomſon vertheidigt. Dieſer Chemiker, deſſen frühere Angaben (vergl. ſeine Tabelle von 1810, Seite 374) nicht mit dieſem Geſetze übereinſtimmen, ſuchte von 1821 an durch zahlreiche Verſuche ſeine Exiſtenz darzuthun, und publicirte namentlich 1825 ein größeres Werk »An Attempt to establish the First Principles of Chemistry by Experiment«, worin er durch eine ſehr große Menge von Verſuchen die Richtigkeit deſſelben zu beweiſen ſuchte. Die Methoden, welche er zu ſeinen Atomgewichtsbeſtimmungen gewählt hatte, waren indeß ſehr unſicher, und da überhaupt ſeine Arbeiten nicht mit der gehörigen Genauigkeit ausgeführt zu ſein ſchienen, ſo zog ihm dieſes von Berzelius wiederholte und nachdrückliche Zurechtweiſungen zu.

Berzelius ſeinerſeits bemühte ſich, die Frage durch genaue Experimente zu entſcheiden. Von ſeinen früheren Beſtimmungen (vgl. die Tabelle

Digitized by Google

Unterſuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

von 1815, Seite 383) ſtimmten einige mit Prout's Anſicht, andere nicht, und 1821 erklärte er ohne vorgefaßte Meinung, daß, wenn ſich gleich für Prout's Anſicht weder ein chemiſcher, noch ein phyſikaliſcher Grund einſehen laſſe, ſo ſchließe dies doch nicht die Möglichkeit aus, daß ſie in der Natur begründet ſein könne. Berzelius äußerte damals, daß gerade die Körper von kleinerem Atomgewichte für die Entſcheidung dieſer Frage von Wichtigkeit ſeien, indem bei ſchwereren das Atomgewicht des Waſſerſtoffs ein ſo unbedeutender Bruch gegen das ihrige ſei, daß nichts daraus geſchloſſen werden könne; namentlich erklärte er es für wichtig, das Atomgewicht der Kohle (welches er 1819 mit Dulong 6,12 mal ſo ſchwer als das von einem Doppelatom Waſſerſtoff gefunden hatte), möglichſt genau zu beſtimmen. — Im Jahre 1830 unternahm Berzelius eine Prüfung jener Anſicht durch eine genaue Beſtimmung des Atomgewichts des Bleies. Er erklärte nach den unter einander ſehr wohl übereinſtimmenden Reſultaten, daß für das Atomgewicht des Bleies dieſe Regelmäßigkeit nicht vorhanden ſei, und daß die Prout'ſche Hypotheſe von den Thatſachen vollkommen widerlegt werde.

Die Frage ſchien ſomit entſchieden, um ſo mehr, als auch in England ſelbſt, wo die Anſicht von Prout den meiſten Beifall gefunden hatte, ſie nunmehr von ausgezeichneten Analytikern für unſtatthaft erklärt wurde. Dr. Turner[1]) hatte 1832 von der chemiſchen Section der Verſammlung der engliſchen Naturforſcher den Auftrag erhalten, darüber entſcheidende Unterſuchungen anzuſtellen, und er erklärte als Reſultat ſeiner zahlreichen Verſuche die Hypotheſe, daß alle Atomgewichte Multipla in ganzen Zahlen von dem des Waſſerſtoffs ſeien, für unvereinbar mit den beſten Analyſen, welche unſere Zeit aufzuweiſen habe. Um ſo überraſchender mußte es ſein, als 1840 und in den folgenden Jahren Dumas für mehrere Körper den Beweis führte, daß trotz aller früheren Verneinungen ihre Atomgewichte doch einer derartigen Geſetzmäßigkeit ſich unterordnen. Aber für andere Subſtanzen haben auch wieder die genaueſten Unterſuchungen dargethan,

[1]) Edward Turner war 1797 auf Jamaika geboren. Er ſtudirte Medicin zu Edinburg und Chemie zu Göttingen unter Stromeyer; 1824 wurde er lecturer on chemistry zu Edinburg, und 1828 Profeſſor dieſer Wiſſenſchaft an dem University College zu London, wo er 1837 ſtarb. Seine Elements of Chemistry wurden noch zu ſeinen Lebzeiten ſechsmal aufgelegt; die 7. Auflage gaben 1840 Liebig und Gregory heraus.

Unterſuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

daß ihre Atomgewichte mit der Annahme einer derartigen Regelmäßigkeit in Widerſpruch ſtehen, und der jetzige Stand dieſer Frage ſcheint mehr gegen die allgemeine Gültigkeit des Prout'ſchen Geſetzes als für dieſelbe zu ſprechen. Der Beweis der Richtigkeit deſſelben wäre von großer Wichtigkeit für die Chemie; nicht für die Kenntniß der atomiſtiſchen Conſtitution der Verbindungen, ſondern für die ihrer procentiſchen Zuſammenſetzung, die ſich abſolut genau beſtimmen ließe, falls Prout's Anſicht als gegründet nachgewieſen würde, während ſie jetzt nur approximativ ermittelt werden kann.

Kehren wir nach dieſer Abſchweifung wieder zu der Betrachtung zurück, auf welche Weiſe man das relative Gewicht Eines Atoms eines Körpers auszumitteln ſuchte. Dalton's Leitfaden hierbei, als relative Gewichte der Atome zweier Körper die anzunehmen, in deren Verhältniß ſie ſich vereinigen, wenn ſie nur Eine Verbindung unter einander eingehen, wurde bald als zu unſicher verlaſſen. Gay-Luſſac's Entdeckung über die Geſetzmäßigkeiten, welche hinſichtlich der Verbindung gasförmiger Körper ſtattfinden (vergl. Seite 377), leitete dazu, gleiche Volume der verſchiedenen einfachen Gasarten als gleichviel Atome enthaltend anzuſehen; eine Betrachtungsweiſe, welche durch phyſikaliſche Gründe unterſtützt zu werden ſchien. Hiernach iſt das Verhältniß der Atomgewichte der einfachen gasförmigen Körper durch das der ſpecifiſchen Gewichte ihrer Gaſe gegeben. Dieſer Anſicht huldigte hauptſächlich Berzelius, und auf ſeine Autorität hin wurden demgemäß Aenderungen in den Atomgewichten, wie ſie von Dalton vorgeſchlagen worden waren, allgemein angenommen.

Ich habe hier Berzelius' Anſichten zu ſchildern, wie er ſie ſchon 1815 im Zuſammenhange ausſprach und ſeitdem weiter ausbildete. Er betrachtet wie Dalton die Materie als zuſammengeſetzt aus kleinſten Theilchen, die er, ohne auf die Streitfrage über die unendliche Theilbarkeit einzugehen, als untheilbar für mechaniſche Kräfte annimmt und als Atome bezeichnet. Es kann nach ihm in der Chemie auch nicht von Bruchtheilen ſolcher Atome die Rede ſein. Früher (1815) nahm Berzelius an, die Atome aller Elemente ſeien ſphäriſch, und alle gleich groß, aber ſchon 1819 räumte er ein, daß die Atome der verſchiedenen einfachen Stoffe von verſchiedener Größe ſein können, und ſuchte dieſer letzteren Muthmaßung durch die Bemerkung eine Stütze zu geben, daß analog zuſammengeſetzte Verbindungen doch oft verſchiedene Kryſtallgeſtalt haben. Nach ihm wird eine chemiſche Verbindung durch Zuſammenlagerung von Atomen verſchiedener einfacher

Digitized by Google

Unterſuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Stoffe gebildet, ebenſo wie ein Aggregat durch Aneinanderlagerung von Atomen deſſelben Körpers entſteht; ein weiterer Unterſchied zwiſchen Verbindung und Aggregat beſteht nach ihm darin, daß im erſteren Falle eine elektriſche Entladung der ſpecifiſchen Polarität heterogener Atome erfolgt, welche zwiſchen homogenen Atomen nicht ſtattfinden kann.

Gehen wir nun über zu den Mitteln, welche Berzelius anwandte, um die Atomgewichte der einzelnen Körper feſtzuſetzen. Für die gasförmigen Elemente nahm Berzelius an, gleiche Volume derſelben enthalten bei gleichem Druck und gleicher Temperatur gleichviel Atome; er bezeichnete dieſe Betrachtungsweiſe, wonach bei ſolchen Gaſen ihr Atomgewicht durch ihr ſpecifiſches Gewicht ausgedrückt ſein muß, als Volumtheorie, mit deren Ergebniſſen die Reſultate der Unterſuchungen über die atomiſtiſche Zuſammenſetzung der feſten Körper, die er als Corpusculartheorie unterſchied, in Uebereinſtimmung zu bringen ſeien. (Nach der Volumtheorie mußte alſo Berzelius das Atomgewicht des Waſſerſtoffs [das des Sauerſtoffs als gegeben angenommen] halb ſo groß ſetzen, als dies von Dalton angenommen worden war.)

Um nun für die nicht gasförmigen Elemente die Atomgewichte feſtzuſetzen, ſtellte Berzelius um 1815 folgende Anſicht auf. Der Satz, daß die Gewichtsverhältniſſe der Beſtandtheile einer Verbindung, welche ſich nur in einem einzigen Verhältniß vereinigen, die relativen Gewichte der Atome der Beſtandtheile geben, iſt unſicher. Berzelius hat hauptſächlich den Grundſatz in der Stöchiometrie angewandt, von den entſchiedenſten Fällen auszugehen, hierfür die Annahmen feſtzuſetzen, und die anderen Fälle nach der Analogie damit in Uebereinſtimmung zu bringen. Eine Anſicht, die anfangs hauptſächlich die Atomgewichtsbeſtimmungen von Berzelius leitete, war die, daß in einem aus nur zwei Beſtandtheilen zuſammengeſetzten Atome ſich nothwendig von dem einen der Beſtandtheile Ein Atom befinden müſſe. Dies führte ihn z. B. dahin, in dem Eiſenoxyd, welches auf dieſelbe Menge Eiſen die $1\frac{1}{2}$fache Menge Sauerſtoff enthält, wie das Eiſenoxydul, nicht 2 Atome Eiſen auf 3 Atome Sauerſtoff, und im Oxydul 1 Atom Eiſen auf 1 Atom Sauerſtoff anzunehmen, ſondern das Atomgewicht des Eiſens doppelt ſo groß zu ſetzen, als es jetzt angenommen wird, das Eiſenoxyd als $Fe + 3O$, das Oxydul als $Fe + 2O$ zu betrachten, und die Unvollſtändigkeit dieſer Reihe als eine Andeutung anzuſehen, daß eine (noch unentdeckte) Oxydationsſtufe $Fe + O$ exiſtiren möge.

Der Analogie nach ſetzte er nun für alle Oxyde, die ähnliche Salze bilden, wie das Eiſenoxydul, voraus, daß ſie auf Ein Atom Metall zwei Atome Sauerſtoff enthalten; und wir ſehen ſo in der Tabelle von 1815 (Seite 383) für bei weitem die meiſten Metalle das Atomgewicht doppelt ſo groß geſetzt, als es früher Dalton für viele derſelben angenommen hatte, und es jetzt wieder allgemein angenommen wird. — Das Vorhergehende erklärt wohl hinlänglich die Grundſätze, auf welchen dieſe damaligen Atomgewichtsbeſtimmungen beruhten, und in dem Abſchnitt über chemiſche Zeichen werde ich noch mehr Beiſpiele anführen, welche Berzelius' damalige Anſicht über die atomiſtiſche Theorie erläutern.

Unterſuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Wenige Jahre ſpäter (1818) räumte indeß Berzelius die Möglichkeit von Verbindungen der Art ein, daß darin 2 Atome des einen auf 3 Atome des andern Beſtandtheils enthalten ſein können, und daß möglicher Weiſe die Atomgewichte vieler Metalle auf die Hälfte der von ihm früher dafür gegebenen Zahlen herabzuſetzen ſeien. Doch behielt er auch damals noch im Weſentlichen die 1815 gegebenen Beſtimmungen bei. Nun aber wurden neue Entdeckungen gemacht, welche einen Zuſammenhang zwiſchen dem Atomgewicht und noch anderen phyſikaliſchen Eigenſchaften außer dem ſpecifiſchen Gewicht im Gaszuſtand außer allen Zweifel ſetzten.

Die eine dieſer Entdeckungen, über den Zuſammenhang zwiſchen dem Atomgewicht und der ſpecifiſchen Wärme der Elemente, wurde durch Dulong und Petit [1]) gemeinſchaftlich gemacht. Dieſe Gelehrten fanden 1819, daß für die einfachen Körper die ſpecifiſche Wärme dem Atomgewicht umgekehrt proportional iſt; daß alſo dieſelbe Quantität Wärme von den verſchiedenen Elementen verſchiedene Gewichtsmengen um denſelben Temperaturunterſchied erwärmen kann, und zwar Gewichtsmengen, die den Atom-

---

[1]) Alexis Thereſe Petit war 1791 zu Veſoul geboren. Seine erſten Studien machte er in der Centralſchule zu Beſançon, bald aber ging er nach Paris, wo er in ſeinem 16. Jahre in die polytechniſche Schule eintrat. Nach kurzer Zeit wurde er hier zum Repetiteur und an dem Collége Bourbon zum Profeſſor der Phyſik ernannt; 1812 wurde ihm dieſe Lehrſtelle an der polytechniſchen Schule übertragen. Er ſtarb ſchon 1820; durch ſeine phyſikaliſchen Forſchungen, namentlich durch ſeine mit Dulong gemeinſchaftlich angeſtellten Unterſuchungen über die Wärme, hat er ſich in der Geſchichte der Phyſik einen unſterblichen Namen geſichert.

Unterſuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

gewichten proportionirt ſind. Sie wieſen die Gültigkeit dieſes Geſetzes nach für den Schwefel und für ſehr viele Metalle; ſie fanden aber zugleich, daß, wenn man in der von Berzelius 1815 (Seite 383) gegebenen Tabelle das Atomgewicht des Schwefels ungeändert läßt, die Atomgewichte der meiſten Metalle auf die Hälfte herabzuſetzen ſeien, damit die ſpecifiſche Wärme für ſie die bemerkte Uebereinſtimmung zeige; eine Aenderung, welche, wie ich eben erwähnt habe, Berzelius ſchon vorher als wahrſcheinlich vermuthet hatte. Somit vertrugen ſich die aus der Beſtimmung der ſpecifiſchen Wärme abzuleitenden Reſultate ganz mit den rein chemiſchen Beſtimmungen; nur für das Silber und das Kobalt ergab ſich keine Uebereinſtimmung. Dulong's und Petit's Geſetz weiſt dem Silber ein nur halb ſo großes Atomgewicht an, als es ſich aus der chemiſchen Beſtimmung ergiebt; bei den analogen neutralen Silber- und Bleiſalzen müßten dieſem Geſetze zufolge in den erſteren zwei Atome Silber angenommen werden, während in den letzteren Ein Atom Blei enthalten iſt. Für das Kobalt endlich ergab ſich das Atomgewicht nur $^2/_3$ ſo groß, als es aus der chemiſchen Beſtimmung gefunden wird

Solche Abweichungen zeigten ſich indeß nur bei ſehr wenigen Elementen, während im Allgemeinen die Beſtimmung des Atomgewichts aus der ſpecifiſchen Wärme allen Anforderungen der Chemie vollkommen zu genügen ſchien. Die Entdeckung von Dulong und Petit wurde auch gleich nach ihrem Bekanntwerden von den meiſten Chemikern mit Beifall aufgenommen; ſie ſchien für die feſten Elemente eine Art der Atomgewichtsbeſtimmung zu geben, wie ſie für die gasförmigen durch die Ausmittelung der Dichtigkeit allgemein angenommen war.

Ehe aber noch dieſe Ableitung des Atomgewichts aus der ſpecifiſchen Wärme ſich durchaus geltend gemacht hatte, wurde eine neue Entdeckung gemacht, die noch viel allgemeinere Anhaltspunkte zur Beſtimmung der Atomgewichte bot. Es war dies Mitſcherlich's Entdeckung des Iſomorphismus, oder des Zuſammenhanges zwiſchen der Kryſtallform und der atomiſtiſchen Zuſammenſetzung.

Ich werde unten die Entwicklung der Kenntniſſe über die Kryſtallform der chemiſchen Verbindungen noch einmal beſonders betrachten, und ich verweiſe auf dieſen Abſchnitt, was das Nähere und namentlich die früheren hierher gehörigen Entdeckungen angeht. Mitſcherlich bewies zuerſt 1820, daß gleiche atomiſtiſche Zuſammenſetzung, wenn auch verſchiedene Elemente

darin enthalten ſind, gewöhnlich begleitet iſt von übereinſtimmender Kryſtall- form; ſolche Körper, die mit gleicher atomiſtiſcher Zuſammenſetzung dieſelbe Kryſtallform verbinden, nannte er iſomorphe, und zeigte zugleich, daß iſomorphe Subſtanzen in allen Verhältniſſen gemiſcht mit einander kry- ſtalliſiren können. Wo alſo ein Beſtandtheil einen andern von bekannter Atomconſtitution in einer Verbindung ohne Formänderung vertritt, muß die Atomconſtitution des erſteren Beſtandtheils dieſelbe ſein, wie die des zweiten; iſomorphe Subſtanzen haben analoge atomiſtiſche Zuſammenſetzung, und wenn dieſe für eine Subſtanz beſtimmt iſt, ſo ergiebt ſie ſich auch daraus für alle damit iſomorphen.

Unterſuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

Die Entdeckung des Iſomorphismus durch Mitſcherlich wurde zu einer der folgereichſten, welche je in der Chemie gemacht wurden, namentlich für die Stöchiometrie. Ihre vielfache Anwendbarkeit, da ſie die verſchieden- artigſten Verbindungen umfaßt, macht ſie zu einem der ausgezeichnetſten Leitpunkte in der Beſtimmung der Atomgewichte.

Es wurden inzwiſchen doch noch ſelbſt nach der Entdeckung dieſer Ge- ſetze von vielen Chemikern die Atomgewichte der Elemente in der Art fort- gebraucht, wie ſie Berzelius früher beſtimmt hatte, und ſie in der Tabelle von 1815 (Seite 383) angegeben ſind. Eine vollſtändige Annahme der nach den eben erwähnten Entdeckungen über ſpecifiſche Wärme und Iſomor- phismus abgeänderten Atomgewichte trat erſt 1826 ein, wo Berzelius mit Berückſichtigung aller bis dahin bekannt gewordenen Geſetzmäßigkeiten eine neue Atomgewichtstabelle publicirte, von welcher ich gleichfalls oben (Seite 383) die Hauptpunkte mitgetheilt habe. Die Verſchiedenheit zwiſchen den an dieſem Orte zuſammengeſtellten Tafeln läßt deutlich ſehen, welche Aenderung in der Anſicht über die Atomconſtitution der Verbindungen damit verbunden ſein mußte; es wird dies in dem Abſchnitte über chemiſche Zeichen noch anſchaulicher dargelegt werden.

Es ſind hiermit die verſchiedenen Betrachtungsweiſen dargelegt, welche nach einander aufgeſtellt wurden, um auf die Atomconſtitution der Verbin- dungen, um auf das relative Gewicht Eines elementaren Atoms ſchließen zu laſſen. Manche der früher als ganz ſicher betrachteten Leitfaden ſind ſpäter verworfen worden, ſo z. B. daß für die einfachen Körper im Gaszuſtande die Dichtigkeiten auch die Atomgewichte derſelben geben. Dumas' Be- ſtimmungen des ſpecifiſchen Gewichts mehrerer Elemente im Dampfzuſtande (1826) und Mitſcherlich's Arbeiten über denſelben Gegenſtand (1833)

Unterſuchungen über die Gewichte der elementaren Atome.

zeigten, daß dies nicht der Fall iſt, ſondern daß nur dafür die ſpecifiſchen Gewichte ſtets in einem einfachen Verhältniß zu den Atomgewichten ſtehen. Viele haben deßungeachtet die Beſtimmungen für das Gewicht Eines Atoms ſolcher Körper, welche vor dieſen Arbeiten nach jener Annahme ſchon feſtgeſetzt waren, beibehalten. — Die ſpecifiſche Wärme wird in neuerer Zeit von mehreren Chemikern als der ſicherſte Anhaltspunkt bei der Beſtimmung des Atomgewichts einfacher Körper betrachtet; die Discuſſion ebenſo wie die letzten ausgezeichneten Arbeiten über dieſen Gegenſtand gehören der Gegenwart an; ſie ſind noch zu neu, als daß ſie in einer Geſchichte der Chemie Platz finden könnten, die ſich nicht zur Aufgabe ſetzt, den jetzigen Zuſtand der Wiſſenſchaft vollſtändig zu ſchildern, ſondern nur die Abſicht hat, zu zeigen, durch welche vorausgegangenen Beſtrebungen dieſer jetzige Zuſtand vorbereitet und eingeleitet wurde.

Unterſuchungen über die Auflöſungen.

Als Anhang zu dem Vorhergehenden, wo die Erkenntniß der Geſetzmäßigkeiten, nach welchen chemiſche Verbindungen im engeren Sinne ſich bilden, gezeigt werden ſollte, wollen wir hier noch Einiges über die Fortſchritte der Kenntniſſe über die Löſungen hinzufügen.

Die Auflöslichkeit vieler Subſtanzen in Flüſſigkeiten mußte ſchon frühe erkannt werden; Plinius theilt über die Löslichkeit eines Salzes eine rohe quantitative Beſtimmung mit, indem er angiebt, man könne nicht mehr als Einen Sextarius Kochſalz in vier Sextarien Waſſer löſen. Ebenſo iſt die Verſchiedenheit der Löslichkeit je nach der Verſchiedenheit der Temperatur ſchon lange bekannt; Geber ſchrieb im 8. Jahrhundert bereits vor, behufs der Kryſtalliſation die Auflöſung an einen kalten Ort zu bringen. Genauere Beſtimmungen der Löslichkeit finden ſich in dem 17. und 18. Jahrhundert. Lefèvre giebt in ſeinem Traité de chimie (1660) an, daß 8 Unzen Waſſer nie mehr als 3 Unzen Kochſalz auflöſen, Boerhave in ſeinen Elementis chemiae (1732), daß ſich 1 Theil Kochſalz in $3^1/_4$, Salpeter in $6^1/_3$ Theilen Waſſer löſe. Vollſtändigere Verſuche über dieſen Gegenſtand ſtellte indeß erſt Eller 1750 an, wobei er zu finden glaubte, daß das Waſſer durch Auflöſung von Salzen ſein urſprüngliches Volum nicht ändere, ein Irrthum, der erſt 1770 durch Richard Watſon [1])

[1]) Richard Watſon war 1737 geboren. Er ſtudirte Theologie und beſchäftigte ſich zugleich eifrig mit Chemie; Profeſſor der letzteren Wiſſenſchaft wurde er

Digitized by Google

widerlegt wurde. — In der verſchieden großen Aenderung der Löslichkeit durch Aenderung der Temperatur erkannte indeß ſchon 1729 der berühmte franzöſiſche Augenarzt Franz Petit den Grund, weßhalb bei dem Sieden des Salpeters nicht mit dieſem zugleich Kochſalz auskryſtalliſirt. Früh auch ſchon wurde die Löslichkeit als diſtinctives Kennzeichen verſchiedener Subſtanzen benutzt; Stahl äußerte ſchon 1703, in dem Kochſalz möge wohl ein Alkali eigener Art enthalten ſein, weil die damit gebildeten Salze ſich von den mit gewöhnlichem Kali gebildeten durch verſchiedene Löslichkeit auszeichnen, und Duhamel gründete ebenſo 1736 ſeinen Beweis für die Eigenthümlichkeit der Soda hauptſächlich auf ihre von der der Potaſche verſchiedene Löslichkeit. Daß die Löslichkeit eines Salzes in Waſſer oft erhöht wird durch Gehalt des letzteren an einem andern Salze, beobachtete zuerſt L. Lemery 1717 für den Salpeter, welcher ſich in Salzwaſſer in größerer Menge löſe, als in reinem; Vauquelin machte 1792 auf ähnliche Erſcheinungen wieder aufmerkſam. Daß, wenn mehrere Salze zugleich in Waſſer gelöſt ſind, bei verſchiedenen Temperaturen verſchiedene Producte herauskryſtalliſiren, beobachteten zuerſt Scheele und Gren um 1780; Hahnemann ſtellte bereits 1784 den Grundſatz auf, daß die verſchiedene Löslichkeit die wechſelſeitige Zerſetzung bedinge, indem ſtets die für die ſtatthabende Temperatur ſchwerlöslichſten Salze herauskryſtalliſiren; ein Satz, der ſich ſpäter in Berthollet's Affinitätslehre ſehr erweitert wieder findet. Unterſuchungen über die Auflöſungen.

Der Begriff der Auflöſung wurde erſt ſehr ſpät von dem der chemiſchen Verbindung unterſchieden; aus dem, was in dem Vorhergehenden über die Erkenntniß des letzteren mitgetheilt wurde, geht die Art, wie man Einſicht in den Unterſchied zwiſchen ihnen erlangte, hervor. In den älteren Zeiten der Chemie betrachtete man als Auflöſung jeden Proceß, wo ein Stoff eine flüſſige Verbindung eingeht und daraus in ſeiner früheren Geſtalt wieder abgeſchieden werden kann, ohne daß man Rückſicht darauf nahm, ob hier eine bloße Auflöſung oder zugleich die Bildung einer neuen chemiſchen Bildung ſtattfindet. So gilt bei Geber Salpeterſäure als Auflöſungs-

1767 zu Cambridge. 1771 wurde er Doctor der Theologie, 1774 Archidiacon, 1782 Biſchof zu Landaff in Irland. Er ſchrieb viele chemiſche Abhandlungen in die Philosophical Transactions, außerdem Chemical Essays (1761), Institutiones metallurgiae (1768), und mehrere andere kleinere Werke chemiſchen Inhalts.

Unterſuchungen über die Auflöſungen.

mittel für Silber, Aetzlauge als Auflöſungsmittel für Schwefel, gerade wie Waſſer ein Auflöſungsmittel für Salz iſt. Erſt mit Lavoiſier begann man die Aufmerkſamkeit darauf zu richten, in welchem Zuſtand ein Stoff ſich mit einem andern verbindet, ob die Bildung einer Auflöſung zugleich mit der Bildung einer neuen Verbindung verknüpft iſt. Bis dahin, und namentlich um 1700, wird dieſe Unterſuchung nie geführt, und die Aufgabe, einen Körper in Verbindung zu bringen, wird im Allgemeinen als die, einen Körper aufzulöſen, betrachtet. Boerhave handelt deßhalb die allgemeineren Betrachtungen über die Mittel, Verbindungen hervorzubringen, die ganze Verwandtſchaftslehre, unter der Lehre von den Löſungsmitteln ab. Da alle Subſtanzen im unlöslichen Zuſtande ſich der weiteren chemiſchen Unterſuchung entziehen, ſo war es eine wichtige Aufgabe für die Chemiker der früheren Zeit, für alle Subſtanzen paſſende Löſungsmittel ausfindig zu machen; es entſprang hieraus das chimäriſche Problem, ein allgemeines Löſungsmittel, welchem keine irdiſche Subſtanz widerſtehen könne, ausfindig zu machen, was ich als weſentlich zur Alchemie gehörend bereits unter der Geſchichte dieſes Zweiges, Seite 240, beſprochen habe, wo auch von der Derivation des lateiniſchen Ausdrucks für Löſungsmittel, menstruum, gehandelt wurde.

Die Auflöſungen wurden von den eigentlichen chemiſchen Verbindungen erſt dann getrennt, als Unveränderlichkeit in der Zuſammenſetzung als weſentlichſtes Kennzeichen für die letzteren nachgewieſen wurde. Lavoiſier unterſchied die Löſungen und Miſchungen als solutions von den eigentlichen chemiſchen Verbindungen, als dissolutions, aber nur als verſchiedene Wirkungen einer und derſelben Urſache, die letzteren als die Reſultate ſtarker, die erſteren als die ſchwacher Verwandtſchaft betrachtend. Prouſt unterſchied die nach veränderlichen Verhältniſſen zuſammengeſetzten dissolutions von den nur in beſtimmten Proportionen ſich bildenden combinaisons. Dieſe letztere Unterſcheidung iſt noch die heutige.

Nach van Helmont zeigte beſonders Boerhave im Anfange des 18. Jahrhunderts, daß in mehreren Fällen Auflöſung von Wärmeentwicklung begleitet iſt, ſo z. B. bei der Einwirkung der Salpeterſäure auf Eiſen. Er ſah indeß hierin keinen Grund, ſolche Proceſſe (wo zugleich eine chemiſche Verbindung gebildet wird) von anderen zu unterſcheiden, wo ein Körper unverändert aufgelöſt wird, obgleich er für mehrere Fälle der letzteren Art, für Salpeter, Kochſalz und beſonders Salmiak, wenn ſie in

Digitized by Google

Waſſer gelöſt werden, das Gegentheil beobachtet hatte, nämlich bedeutende Temperaturerniedrigung. Boerhave war indeß nicht der Erſte, welcher in der Auflöſung ein Mittel zur künſtlichen Erzeugung von Kälte gefunden hatte; ſchon Boyle beſchrieb 1667 Kältemiſchungen; er bereits wußte, daß die Vermiſchung von Schwefelſäure, Salzſäure und beſonders Salpeterſäure mit Schnee Kälte erzeugt, daß Salmiak in Waſſer gelöſt dieſelbe Erſcheinung zeigt. St. F. Geoffroy ſprach bereits 1700 aus, daß die Auflöſung aller Salze in Waſſer mit Temperaturerniedrigung verbunden ſei, und Homberg gab 1701 als wirkſame Kältemiſchung Sublimat und Salmiak mit Eſſig an. Es wurden ſeit dieſer Zeit viele Vorſchriften zur künſtlichen Kälteerzeugung gegeben, von denen ich nur der Anwendung des Glauberſalzes erwähnen will, welches zu dieſem Zwecke in verdünnter Schwefelſäure zu löſen zuerſt der Apotheker Walker in Oxford 1787 anempfahl. Die Kältemiſchung aus Schnee mit ſalzſaurem Kalk gab zuerſt Lowitz in Petersburg 1795 an. Unterſuchungen über die Auflöſungen.

So viel über die Löſungen; zur Vervollſtändigung dieſer Geſchichte der Affinitätslehre und der damit zuſammenhängenden Gegenſtände bleibt jetzt noch Einiges darüber anzugeben, was man in der Zeit, welche wir hier zu betrachten haben, über den Zuſammenhang zwiſchen der chemiſchen Zuſammenſetzung und den phyſikaliſchen Eigenſchaften aufgefunden hat.

Erkenntniß des Einfluſſes der Zuſammenſetzung auf die Eigenſchaften.

Nur Weniges können wir in Bezug darauf hier mittheilen, wie man einen Zuſammenhang zwiſchen der chemiſchen Conſtitution und den phyſikaliſchen Eigenſchaften der Verbindungen erkannt hat. Sehr nahe liegt uns noch die Zeit, wo die erſten erfolgreichen Unterſuchungen darüber angeſtellt wurden, und von dieſen haben wir nur das hervorzuheben, was mit den im Vorhergehenden beſprochenen Gegenſtänden in engerer Verbindung ſteht. Wir wollen hier alſo Einiges anführen über die Kenntniſſe, die man ſich hinſichtlich der Kryſtallgeſtalt der Körper erwarb, über die Entdeckungen, daß verſchiedenartig zuſammengeſetzten Verbindungen gleiche, und gleich zuſammengeſetzten Verbindungen verſchiedene äußere Eigenſchaften zuſtehen können.

Unterſuchungen über die Kryſtallgeſtalt der Verbindungen.

Daß aus einer Löſung durch Abdampfen der darin enthaltene Stoff kryſtalliniſch abgeſchieden wird, iſt eine ſo alte Wahrnehmung, als der Gebrauch des Salzes. Geber ſtellte bereits mehrere künſtliche Salze in Kryſtallen dar; öfters ſchreibt er Umkryſtalliſiren als Reinigungsmittel vor. Daß auf die Hervorbringung von mehr oder weniger regelmäßigen Kryſtallen langſame oder ſchnelle Abkühlung der Löſung bedeutenden Einfluß ausübt, finde ich zuerſt bei Boyle ausdrücklich hervorgehoben. (Beiläufig will ich bemerken, daß das Effloreſciren einiger Salzlöſungen zuerſt von Homberg 1710 beſchrieben wurde, und daß Franz Petit 1722 viele Salze auf dieſe Eigenſchaft unterſuchte).

Es iſt nicht wohl möglich, den Zeitpunkt genauer anzugeben, wo man zuerſt die Wahrnehmung machte, daß verſchiedene Salze eine verſchiedene Kryſtallgeſtalt haben. Die Nachrichten der Alten über die äußeren Kennzeichen der Salze ſind zu unbeſtimmt, als daß man aus ihnen etwas ent-

Digitized by Google

nehmen könnte. Cäſalpinus[1]) beſpricht in ſeiner Schrift de metallicis (1596), daß Salpeter, Alaun, Vitriol, Zucker aus ihren Auflöſungen immer in denſelben Formen anſchießen, hielt aber deßungeachtet die Kryſtallgeſtalt nicht für ein conſtantes Kennzeichen der Körper, durch die vorgefaßte Anſicht irre geleitet, daß es nur der organiſirenden Kraft zukomme, beſtimmte Geſtalten zu erzeugen, was alſo bei den lebloſen (unorganiſchen) Subſtanzen nicht der Fall ſein könne. Auch Boyle, deſſen ſcharfer Beobachtung die verſchiedene Kryſtallgeſtalt der Salze nicht entgangen war, wagte nicht zu behaupten, daß dieſelben Salze immer dieſelbe Geſtalt haben, daß eine beſtimmte Geſtalt ihnen eine weſentliche Eigenſchaft ſei. Salium volatilium, ſagt er in dem Chemista scepticus (1661), diversitatem interdum observavi etiam ipsis oculis in eorum figura posse dignosci. Sal quippe cornu cervi adhaerere excipulo in Parallelipipedi fere figura notavi, et salis volatilis ex humano sanguine ostendere tibi possum copiam granorum ex figura praeditorum, quam Geometrae Rhombum appellant; licet asserere non ausim, figuras horum aliorumve crystallorum salinorum (si ita vocare eos licet) eosdem semper fore, quicunque ignis gradus ad eos sursum pellendum adhibitus fuerit, vel quamcunque celeriter adacti fuerint in spiritus liquoresque coire, in quorum imis partibus eos passim observavi post aliquod temporis spatium concrescere. — Auf die Verſchiedenheit in den Kryſtallen, welche aus Auflöſungen derſelben Subſtanz, deſſelben Alkali's z. B., in verſchiedenen Säuren anſchießen, machte auch Lemery 1675 in ſeinem Traité de chymie aufmerkſam, in einer für den damaligen Zuſtand der Kryſtallographie ſehr charakteriſtiſchen Weiſe. Er ſagt: Si vous faites crystalliser une mesme espèce de matière que vous aurez dissoute en divers vaisseaux par l'esprit de sel, par l'esprit de nitre, par l'esprit de vitriol, par l'esprit d'alun et par le vinaigre, vous remarquerez autant d'espèces de crystaux en figure, qu'il y a eu de dissolutions différentes; les crystaux faits par le vinai-

Unterſuchungen über die Kryſtallgeſtalt der Verbindungen.

[1]) Andreas Caeſalpinus war 1519 zu Arezzo in Toscana geboren. Er wurde Profeſſor der Medicin und Botanik in Piſa, und ſpäter Leibarzt des Papſtes Clemens VIII. und Profeſſor der Arzneikunde am Collegio della Sapienza in Rom, wo er 1603 ſtarb. Seine hauptſächlichſten Unterſuchungen waren auf die Botanik gerichtet; von ſeinen Schriften mögen, als auf unſern Gegenſtand bezüglich, nur ſelne De metallicis libri tres (1596) genannt werden.

Unterſuchungen über die Kryſtallgeſtalt der Verbindungen.

gre seront plus aigus, que ceux qui auront esté preparez par l'esprit de nitre; ceux de l'esprit de nitre seront plus aigus que ceux de l'esprit de vitriol, ceux de l'esprit de vitriol seront plus aigus que ceux de l'esprit d'alun, mais de tous ces crystaux, il n 'y en aura point de plus grossiers que ceux qui auront esté preparez par l'esprit de sel. Das iſt die ganze Unterſcheidung der Kryſtalle, nach ihrer Dicke, und dieſe Dicke hängt nach Lemery ab von der Dicke der Säurepartikeln, und hieraus wieder erklärt er, weßhalb die dickſten Säurepartikeln, die der Salzſäure, Blei und Queckſilber aus ihren Auflöſungen niederſchlagen (vergl. Seite 309 dieſes Theils). Gleich irrig war Homberg's 1702 geäußerte Anſicht, nach welcher die Verſchiedenheit der Baſis in den Salzen die Urſache ihrer verſchiedenen Kryſtallgeſtalt ſein ſollte, ebenſo wie Lemery die Verſchiedenheit der Säure für den Grund dieſer Erſcheinung gehalten hatte. Viel richtiger betrachtete Gulielmini [1]) die Verſchiedenheit in der Kryſtallgeſtalt der verſchiedenen Salze. In ſeiner Dissertatio de salibus ſprach er bereits 1707 aus, daß die kleinſten Partikeln der Salze eine beſtändige und unveränderliche Form haben; daß die Verſchiedenheit der Kryſtallgeſtalt des Kochſalzes, des Vitriols, des Alauns und des Salpeters auf einer Verſchiedenheit der Kryſtallgeſtalt ihrer kleinſten Theilchen beruhe. Als die Grundgeſtalt des Kochſalzes nahm er den Würfel an, als die des Vitriols ein rhombiſches Prisma, als die des Salpeters eine Säule, deren Baſis ein gleichſchenkliches Dreieck iſt (er leitete daraus die Entſtehung der ſechsſeitigen Säulen des Salpeters ab), als die des Alauns eine vierſeitige Pyramide. Aus der Aneinanderlagerung dieſer Grundgeſtalten entſtehen nun nach Gulielmini die Formen, welche die Körper in größeren Maſſen kryſtalliſirt zeigen, und die mit denen der Grundgeſtalten nicht immer übereinſtimmen, obgleich ſie aus ihnen entſtanden ſind. Dieſe Anſichten, welche weiter ausgeführt in Hauy's Betrachtungsweiſe wieder auftreten, zogen indeß damals die Aufmerkſamkeit der Gelehrten nicht auf ſich; falſche Ideen blieben die herrſchenden. Das indeß wurde wenigſtens jetzt allgemein aner-

[1]) Dominico Gulielmini war 1655 zu Bologna geboren; er zeichnete ſich aus als Arzt, als Phyſiker und Chemiker. Er ſtarb als Profeſſor zu Padua 1710. Mit Uebergehung ſeiner phyſikaliſchen und mediciniſchen Schriften führen wir hier nur ſeine Dissertatio de salibus (1707) und de principio sulphureo (1710) an.

Unterſuchungen über die Kryſtallgeſtalt der Verbindungen.

kannt, daß die Kryſtallform keine zufällige Eigenſchaft, ſondern ein beſtimmtes Kennzeichen iſt, und wie ſchon Libavius 1597 in ſeinem Werke de judicio aquarum mineralium vorgeſchlagen hatte, die Art der in einem Mineralwaſſer enthaltenen Subſtanzen durch Abdampfen und Unterſuchen der Geſtalt der entſtandenen Salze zu beſtimmen, gründete auch Stahl 1703 ſeine Vermuthung, daß die Baſis im Kochſalz von gemeinem Kali verſchieden ſein möge, darauf, daß ſie mit den Säuren Salze von verſchiedener Kryſtallform bildet. Die Anſicht, daß Verſchiedenheit der Kryſtallform mit einer Verſchiedenheit der Zuſammenſetzung verbunden ſei, ſchien ſich bei dem Fortſchreiten der Kryſtallographie und der analytiſchen Chemie immer mehr zu beſtätigen.

Entdeckung gleicher Kryſtallgeſtalt bei verſchiedener Zuſammenſetzung.

Dieſe Anſicht ſchien vollkommen entwickelt und beſtätigt zu ſein, als Hauy darauf 1801 ſeine Claſſification der Mineralien gründete. Ich habe bereits in der Geſchichte der mineralogiſchen Chemie (Seite 89 dieſes Theiles) erwähnt, wie dieſes Grundprincip der Hauy'ſchen Lehre aufgeſtellt und widerlegt wurde, und mehreres auf die Entdeckung des Iſomorphismus Bezügliche angeführt. Auf das dort Geſagte muß ich daher zur Vervollſtändigung des Folgenden verweiſen; hier jedoch iſt der Ort, die Entdeckungen über den Zuſammenhang zwiſchen Kryſtallform und chemiſcher Zuſammenſetzung nochmals zu betrachten, beſonders in Bezug auf die künſtlich darzuſtellenden chemiſchen Verbindungen, da ſie es hauptſächlich waren (mehr als die natürlich vorkommenden, die Mineralien), an welchen dieſer Zuſammenhang zuerſt richtig erkannt und nachgewieſen wurde.

Hauy's auch auf die künſtlich darzuſtellenden chemiſchen Verbindungen ausgedehnter Grundſatz, daß bei allen Körpern, welche nicht in dem regulären Syſtem kryſtalliſiren, Eine beſtimmte Grundform auch nur Einer Zuſammenſetzung angehören könne, daß alſo jede Verſchiedenheit der Zuſammenſetzung ſich in einer Verſchiedenheit der Kryſtallgeſtalt wieder zeigen müſſe, — fand bald einzelnen Widerſpruch. Schon frühere Beobachtungen auch an künſtlichen Verbindungen (vergl. Seite 93) ſchienen dagegen zu ſtreiten. Leblanc hatte bereits 1787 gezeigt, daß aus einer gemiſchten Löſung von ſchwefelſaurem Eiſen und ſchwefelſaurem Kupfer Kryſtalle entſtehen, welche bei völliger Gleichheit der Form ſehr wechſelnde Mengen der beiden Salze enthalten können; daß Alaun, ohne ſeine Kryſtallgeſtalt zu ändern, bedeutende Mengen Eiſenoxyd enthalten kann. Vauquelin hatte ebenfalls ſchon 1797 Beweiſe dafür geliefert, daß kryſtalli-

Entdeckung gleicher Kryſtallgeſtalt bei verſchiedener Zuſammenſetzung.

firte Körper ganz wechſelnd zuſammengeſetzt ſein können bei unveränderter Kryſtallgeſtalt, daß z. B. in dem Alaun ſehr veränderliche Mengen Ammoniak enthalten ſein können, ohne daß die Kryſtallgeſtalt dadurch irgend verändert wird; und Berthollet beſtritt 1803 in ſeiner Statique chymique die Richtigkeit des Hauy'ſchen Princips geradezu, indem er an mehreren künſtlichen wie auch an vielen natürlichen kryſtalliſirten Subſtanzen nachzuweiſen ſuchte, daß mit der verſchiedenartigſten und allmälig, in unbeſtimmten Proportionen, wechſelnden Zuſammenſetzung eine und dieſelbe Grundgeſtalt verbunden ſein kann. Später (1816) zeigte Gay-Luſſac, daß ein Kryſtall von Kalialaun, in eine Auflöſung von Ammoniakalaun gelegt, ſich darin vergrößert, ohne die Form zu verändern, und daß auf dieſe Art ein kryſtalliſirter Körper aus übereinandergeſchichteten heterogenen Theilchen gebildet werden kann, ein Kryſtall, deſſen Beſtandtheile nicht nach ſtöchiometriſchen Verhältniſſen verbunden ſind, ſondern in variabeln Verhältniſſen ſich vereinigen können. Mit den ſpäter gefundenen Reſultaten der theoretiſchen Forſchung ganz übereinſtimmend ſprach Gay-Luſſac ſich damals über dieſes Zuſammentreten von Körpern in unbeſtimmten Verhältniſſen folgendermaßen aus: Ce résultat tient evidemment à ce que les molécules des deux espèces d'alun ont la même forme, et sont sans doute animées des mêmes forces: il est alors indifférent, pour l'accroissement du crystal, qu'il s'approprie une molécule d'un des sels ou une molécule de l'autre. Ainsi donc, lorsque cette circonstance se présentera, c'est à dire, lorsque des molécules de nature différente pourront également concourir à la formation d'un crystal, on pourra s'attendre à les voir former des composés dans des proportions quelconques. Beudant zeigte 1819, daß Miſchungen aus ſchwefelſaurem Zink, ſchwefelſaurem Eiſen oder ſchwefelſaurem Kupfer, welche zwei dieſer Salze enthalten, entweder wie der Eiſen- oder wie der Zinkvitriol kryſtalliſiren, ungeachtet in einem ſolchen Kryſtall eine oft nicht unbedeutende Menge eines Salzes enthalten iſt, welches für ſich in einer ganz andern Geſtalt kryſtalliſirt. Hauy ſchloß hieraus, daß es Subſtanzen gebe, welche eine große Kryſtalliſationskraft haben, ſo daß ſie im Stande ſeien, in kleinen Mengen einer bedeutenden Quantität eines andern Salzes beigemiſcht, auch dieſem letzteren ihre eigenthümliche Kryſtallgeſtalt aufzudrücken und mitzutheilen. Dieſe Anſicht ſcheint Hauy ſchon 1801 vorgeſchwebt zu haben, als er in Rückſicht auf die Kryſtallgeſtalt des Schwefelarſeniks,

Entdeckung gleicher Kryſtallgeſtalt bei verſchiedener Zuſammenſetzung.

das dieſelbe Grundgeſtalt wie der Schwefel hat und doch verhältnißmäßig wenig dem Gewichte nach von Schwefel enthält, die Frage ſtellte, ob man bei der Claſſification der kryſtalliſirten Verbindungen als Urſache der Geſtalt denjenigen Beſtandtheil anzuſehen habe, der in der größten Menge darin enthalten ſei, oder denjenigen, der der Verbindung ſeine Eigenthümlichkeit mittheile (qui la marque de son empreinte). Vermöge dieſer größeren Kryſtalliſationskraft, die man einzelnen Subſtanzen beilegte, ſuchte man nun auch andere Fälle zu erklären, z. B. daß verſchiedene kohlenſaure Salze, die gewöhnlich kleine Mengen kohlenſauren Kalkes enthalten, in der Form des letzteren Salzes kryſtalliſiren, u. ſ. w.

Entdeckung des Iſomorphismus.

Dieſe Anſichten, welche nur als nothgedrungene Erweiterungen des Hauy'ſchen Grundprincips anzuſehen, und deßungeachtet damit in keiner Weiſe in Uebereinſtimmung zu bringen waren, fanden ihre vollkommene Widerlegung in Mitſcherlich's Arbeiten über den Zuſammenhang zwiſchen chemiſcher Zuſammenſetzung und kryſtalliniſcher Geſtalt. Die erſten Reſultate darüber legte er der Berliner Akademie gegen das Ende des Jahres 1819 vor; im folgenden Jahre wurden ſeine Arbeiten allgemeiner bekannt, und auch ſogleich von den meiſten Chemikern angenommen. Mitſcherlich fand, daß Körper von ganz verſchiedener Zuſammenſetzung, wo der eine nicht die geringſte Menge von dem andern enthält, gleiche Kryſtallform haben können, und daß gleiche Kryſtallform nicht allgemein vollkommene gleiche Zuſammenſetzung andeutet, wohl aber ähnliche Zuſammenſetzung aus verſchiedenen Elementen; daß alſo gleiche Atomconſtitution öfters von derſelben Kryſtallgeſtalt begleitet und als Urſache dieſer Uebereinſtimmung anzuſehen iſt. Er bewies dieſes zuerſt für die arſenik- und die phosphorſauren Salze, die mit derſelben Baſis in demſelben Sättigungsgrade vereinigt, und mit derſelben Anzahl Atome Waſſer verbunden, Salze von vollkommen gleicher Kryſtallgeſtalt geben, die ſogar in den ſecundären Formen völlig unter einander übereinſtimmen. Er bewies dieſes für die verſchiedenartigſten Salze dieſer Säuren, ſei darin Kali, Natron, Ammoniak, Baryt oder Bleioxyd enthalten, ſowie für ihre Doppelſalze mit Natron und Ammoniak. Aus dieſem ſpeciellen Falle, wo ſich alſo Arſenik und Phosphor nach gleichen Atomen in ihren Verbindungen ohne Formänderung vertreten können, zog Mitſcherlich den allgemeinen Schluß, daß die Kryſtallgeſtalt der Verbindungen auf der Anzahl der darin enthaltenen Atome und auf der Art, wie dieſe in binären Verbindungen vertheilt ſind,

Digitized by Google

Entdeckung des Iſomorphismus.

beruhe; daß aber die Verſchiedenheit der Elemente hierin keine Veränderung hervorbringe. Solche Körper, welche ſich nach wechſelnden Verhältniſſen oder ganz in Verbindungen vertreten können, ohne Aenderung der Kryſtallgeſtalt zu veranlaſſen, und welche überdieß in unbeſtimmten Proportionen mit einander kryſtalliſiren können, nannte Mitſcherlich iſomorphe (ἰσόμορφος, gleichgeſtaltig). Dieſen Satz, daß Verbindungen iſomorpher Elemente von gleicher atomiſtiſcher Conſtitution ſtets dieſelbe Kryſtallgeſtalt haben, wies Mitſcherlich ſogleich noch für eine große Anzahl anderer Verbindungen nach. Er zeigte, daß Nickeloxyd, Zinkoxyd und Bittererde, mit Schwefelſäure neutraliſirt und mit derſelben Anzahl Atome Waſſer verbunden, vollkommen gleiche Kryſtallgeſtalt haben, daß daſſelbe für Kobalt= und Eiſenoxydul ſtattfindet. Aus dem Umſtande, daß Kalk, Bittererde, Zinkoxyd, Mangan= und Eiſenoxydul mit Kohlenſäure verbunden ohne weſentlichen Unterſchied in der Form kryſtalliſiren, zog Mitſcherlich den Schluß, daß dieſe Baſen überhaupt iſomorph ſind, daß z. B. ihre Verbindungen mit Schwefelſäure auf gleiche Art kryſtalliſiren müſſen, und er fand in der That, daß alsdann ein Unterſchied der Kryſtallgeſtalt nur in dem Falle ſtattfindet, wenn wegen verſchiedenen Waſſergehalts die atomiſtiſche Conſtitution nicht dieſelbe iſt. Mitſcherlich zeigte weiter, daß in den von Leblanc und Beudant nachgewieſenen Fällen, wo zwei Salze (z. B. Eiſenvitriol und Zinkvitriol) von verſchiedener Kryſtallgeſtalt (und ungleichem Waſſergehalt) zuſammen kryſtalliſiren und die Form eines der Salze annehmen, — daß alsdann der Waſſergehalt dieſes Salzes auch der des andern mit ihm zuſammenkryſtalliſirten iſt; daß alſo bei einem ſolchen Zuſammenkryſtalliſiren beide Salze gleiche atomiſtiſche Conſtitution haben, während ſie einzeln, verſchieden kryſtalliſirend, verſchiedene beſitzen. Er zeigte aber auch, daß alle dieſe Salze, wenn ſie mit ſchwefelſaurem Kali oder Ammoniak Doppelſalze eingehen, alsdann eine gleiche Atomconſtitution und vollkommen gleiche Kryſtallform beſitzen. Auf dieſe Art beſtimmte Mitſcherlich verſchiedene Gruppen iſomorpher Körper als ſolche, die in gleichen Atomverhältniſſen mit einem dritten Beſtandtheile, ſei dieſer letztere noch ſo zuſammengeſetzt, verbunden, Verbindungen von gleicher Kryſtallgeſtalt hervorbringen; er begründete die Lehre vom Iſomorphismus, die vom Jahre 1820 an, wo ſie bekannter wurde, eine der wichtigſten Stellen in dem theoretiſchen Theile der Chemie einnahm. Den Einfluß dieſer Lehre auf die Stöchiometrie haben wir bereits oben Seite 397 wahrgenommen, und

Digitized by Google

ihre Wichtigkeit für die mineralogiſche Chemie iſt gleichfalls ſchon Seite 92 ff. beſprochen worden.

Entdeckung ungleicher Eigenſchaften bei gleicher Zuſammenſetzung.

An die vorſtehende Geſchichte des Erkenntniſſes eines Zuſammenhanges zwiſchen chemiſcher Conſtitution und Kryſtallform knüpft ſich die Beſprechung eines andern Gegenſtandes, nämlich ob Verbindungen aus denſelben Beſtandtheilen und in denſelben Verhältniſſen in ihren Eigenſchaften identiſch ſein müſſen; und zwar aus dem Grunde, weil die Kryſtallgeſtalt der erſte Anhaltspunkt war, hierüber entſcheiden zu laſſen.

Entdeckung des Dimorphismus.

Vor dem 19. Jahrhundert erſchien es, ſo lange überhaupt die quantitative Zuſammenſetzung von Verbindungen unterſucht wurde, allgemein angenommen, daß dieſelben Beſtandtheile in denſelben Gewichtsverhältniſſen zuſammentretend identiſche Verbindungen hervorbringen müſſen. In Hauy's Anſichten finden wir es namentlich ausgeſprochen, daß Körper von gleicher chemiſcher Zuſammenſetzung gleiche Kryſtallform beſitzen. Schon zu jener Zeit waren indeß Fälle bekannt, welche in Bezug hierauf zu widerſprechen ſchienen. Schon gegen das Ende des 18. Jahrhunderts hatte Vauquelin die chemiſche Identität zweier der Kryſtallform nach verſchiedenen Mineralien, des Anataſes und des Rutils, darzuthun geſucht; für den Kalkſpath und den Arragonit hatten Klaproth und Vauquelin zu derſelben Zeit abſolut dieſelbe Zuſammenſetzung gefunden; Thénard zeigte 1800 mit allen damals der Analyſe zu Gebote ſtehenden Hülfsmitteln, daß darin nur Kohlenſäure und Kalk, und zwar in denſelben Gewichtsmengen vereinigt, enthalten ſind. Hauy ſprach 1801 ſeine Hoffnung aus, daß fortgeſetzte Unterſuchungen doch wohl noch einen Unterſchied in ihrer chemiſchen Zuſammenſetzung darthun würden. Dies ſchien ſich wirklich zu bewähren, als 1813 Stromeyer die Entdeckung machte, daß alle von ihm unterſuchten Exemplare von Arragonit auch kohlenſauren Strontian, wenn auch in geringer und veränderlicher Menge, enthielten, welcher Gehalt dem Kalkſpath gänzlich abgeht, und alſo einen Unterſchied in der Zuſammenſetzung zu begründen ſchien. Die Anſicht, daß Subſtanzen von derſelben procentiſchen Zuſammenſetzung auch gleiche Eigenſchaften, namentlich gleiche Kryſtallform haben, ſchien hiernach auf's neue beſtätigt zu ſein, und alle davon abweichenden Fälle ſchienen nur die noch unvollkommene Kenntniß der betreffenden Subſtanzen anzudeuten. Aber Mitſcherlich zeigte 1821 durch unwiderlegliche Beiſpiele, daß Körper, die aus denſelben Beſtandtheilen in denſelben Verhältniſſen zuſammengeſetzt ſind, zwei verſchiedene Formen

annehmen können; er zeigte dies zuerſt an dem ſauren phosphorſauren Natron, und 1823 an dem Schwefel; dieſem Beiſpiele reihten ſich bald mehrere an, und die durch dieſe Thatſachen bewieſene Lehre vom Dimorphismus (δίμορφος, doppelgeſtaltig) kann als ſeit dieſer Zeit allgemein angenommen betrachtet werden (vergl. noch kohlenſauren Kalk).

Entdeckung der Iſomerie und Polymerie.

Eine andere Entdeckung, die hierher gehört, iſt die der Iſomerie und Polymerie, nämlich verſchiedener phyſikaliſcher und auch chemiſcher Eigenſchaften bei Verbindungen von gleicher Zuſammenſetzung, was die Beſchaffenheit der Beſtandtheile und die Gewichtsverhältniſſe derſelben betrifft. Vor dem Jahre 1825 betrachtete man einen ſolchen Umſtand als ein Anzeichen, daß entweder in der Beobachtung der Eigenſchaften oder in der Ausmittelung der Zuſammenſetzung bei einer der Verbindungen ein Irrthum vorgefallen ſei, ſelbſt wenn die Unterſuchungen von den zuverläſſigſten Chemikern geführt worden waren, wie dies z. B. der Fall war, als Wöhler 1823 für die Zuſammenſetzung der Cyanſäure und Liebig 1824 für die Zuſammenſetzung der Knallſäure gleiche Reſultate erhielten. Faraday machte 1825 in einer Unterſuchung über die Kohlenwaſſerſtoffverbindungen wieder darauf aufmerkſam, daß bei gleicher Zuſammenſetzung ein derartiger Unterſchied exiſtiren kann, indem er Verbindungen aus Kohlenſtoff und Waſſerſtoff fand, welche, dem Gewichte nach ganz gleich zuſammengeſetzt, in ihren Eigenſchaften gänzlich differirten, und wobei ſich noch zeigte, daß das ſpecifiſche Gewicht im Gaszuſtande verſchieden war, daß alſo in dem einen die Elemente ſich in einem condenſirteren Zuſtande als im andern befanden, daß bei dem einen auf daſſelbe Volum im Gaszuſtand eine größere Anzahl einfacher Atome kam, als im andern. Hier konnte indeß noch Verſchiedenheit der Zuſammenſetzung in einem gewiſſen Sinne angenommen werden, inſofern das zuſammengeſetzte Atom des einen Körpers mehr Atome der Elemente in ſich enthielt, als das des andern, aber bald wurden auch Verbindungen bekannt, wo ſelbſt dieſer Unterſchied in der Conſtitution wegfiel. Berzelius machte darauf aufmerkſam, daß es zwei Zinnoxyde von gleicher Zuſammenſetzung aber ungleichen Eigenſchaften gebe; Clark wies 1828 für die Phosphorſäuren Unterſchiede nach, durch Unterſuchung des geglüheten und des nicht geglüheten phosphorſaueren Natrons; Magnus fand 1830, daß verſchiedene kryſtalliſirte Mineralien durch Schmelzen ein anderes ſpecifiſches Gewicht bekommen, ohne an Gewicht zu verlieren (da mit dieſer Veränderung auch eine Abänderung der chemiſchen Eigenſchaften verbunden iſt, ſo gehört auch

Entdeckung der Iſomerie und Polymerie.

dieſe Entdeckung hierher), und endlich fand Berzelius 1830 für zwei verſchiedene organiſche Säuren, die Weinſäure und die Traubenſäure, ganz identiſche Zuſammenſetzung und gleiche Gewichtsverhältniſſe bei Verbindung dieſer Säuren mit Baſen. Berzelius betrachtete demnach ſeit 1830 ſolche Verbindungen, von gleicher Zuſammenſetzung und ungleichen Eigenſchaften, als iſomere (ἰσομερής, aus gleichen Theilen zuſammengeſetzt), und 1831 unterſchied er genauer ſie als polymere, ſolche, wo die relativen Gewichtsverhältniſſe der Beſtandtheile in den verſchiedenen Verbindungen gleich ſind, aber die abſolute Anzahl der einfachen Atome in Einem Atom der verſchiedenen Verbindungen, das Atomgewicht, verſchieden iſt, und als metamere, wo die relativen Gewichtsverhältniſſe der Beſtandtheile und auch das Atomgewicht der beiden Verbindungen gleich ſind, wo aber die Elemente in verſchiedener Art zu näheren Beſtandtheilen gruppirt ſind.

Digitized by Google

Geſchichte der chemiſchen Nomenclatur und Zeichenlehre.

Mit der ſich entwickelnden Einſicht in die chemiſche Verwandtſchaft und in ihre Wirkungen, mit der ſich vermehrenden Kenntniß der chemiſchen Verbindungen verändert ſich die Art, ſie zu benennen und durch beſondere Charaktere zu bezeichnen. Wir wollen die Aenderungen, welche die chemiſche Nomenclatur und Zeichenlehre erfuhr, hier etwas ausführlicher betrachten.

Geſchichte der chemiſchen Nomenclatur.

Die Geſchichte der chemiſchen Nomenclatur zeigt deutlicher, als irgend eine andere, die verſchiedenen Zuſtände der Wiſſenſchaft in den aufeinanderfolgenden Zeitaltern; mit der nur empiriſchen Kenntniß von Thatſachen war eine nur empiriſche Bezeichnung derſelben verbunden; mit der Aufklärung der Urſachen der Erſcheinungen, mit der Erkenntniß der Zuſammenſetzung chemiſcher Subſtanzen bahnte ſich allmälig eine geordnete rationelle Nomenclatur ihren Weg.

Aelteſte chemiſche Nomenclatur.

Die älteſten Bezeichnungen für chemiſche Subſtanzen ſind theils ganz allgemeine, theils von dem Urſprunge, von dem Fundorte, entlehnte. So wird das Wort sal für alles ſalzig Schmeckende ſeit den älteſten Zeiten gebraucht; ſpäter (im 8. Jahrhundert) wird zum Zwecke ſpecieller Bezeichnung ein an den Urſprung oder an die Art des Vorkommens erinnerndes Wort (sal maris, sal πέτρης, sal armoniacum) hinzugefügt. Bei G e b e r findet man noch in keiner Weiſe irgend einen Leitfaden in der Benennung der Subſtanzen; ſie ſind faſt alle Trivialnamen. Auch die europäiſchen Alchemiſten vom 13. Jahrhundert an unterſchieden die ſchon länger bekannten Körper nur nach den Trivialnamen, die neu entdeckten nach beſonders hervorſtechenden Eigenſchaften; ſo für den Weingeiſt der Name aqua ardens. Wo eine Verallgemeinerung einer Bezeichnung ſtattfand, da war ſie verwirrend, wie denn z. B. von eben dieſer Zeit an alles flüchtige Flüſſige mercurius genannt wurde; das reine Queckſilber mercurius communis ebenſowohl, wie auch wieder

Digitized by Google

der Weingeiſt mercurius vegetabilis. Mit dieſer Unbeſtimmtheit verband ſich in jener Zeit noch die Sucht, bildliche Bezeichnungen zu geben. So ſehen wir z. B. den Salmiak noch mit den Namen anima sensibilis, cancer, aquila, lapis aquilinis, lapis angeli conjungentis, aqua duorum fratrum ex sorore u. a. belegt, und dieſe Probe mag hinreichen, das Sinnreiche dieſer Bezeichnungen, wovon viele uns jetzt ganz unverſtändlich ſind, würdigen zu laſſen. In dieſer und der zunächſt folgenden Zeit, vom 13. bis zum 18. Jahrhundert, wurden die verſchiedenen Verbindungen nur nach ihren ausgezeichnetſten phyſikaliſchen, ſeltener chemiſchen, Eigenſchaften benannt; der Dickflüſſigkeit wegen benannte man ſchon frühe das oleum tartari ähnlich wie das oleum vitrioli, und ſtellte ſpäter das oleum martis damit in Eine Kategorie. Was ſich in Waſſer löſte und auf der Zunge einen Geſchmack gab, hieß sal; sal tartari, sal nitri ſtanden ſtets zuſammen, und das sal succini reihte ſich ihnen im Anfange des 17. Jahrhunderts nach damaligen Begriffen ganz folgerecht an. Ebenſo verſchiedene Begriffe ſchloſſen die ganz ähnlichen Bezeichnungen cremor tartari und cremor calcis; spiritus fumans, spiritus vini, spiritus nitri, spiritus salis ammoniaci causticus; flores zinci, flores sulphuris und viele andere ein. Nach dem verſchiedenen Geſchmack unterſchied man die salia acida und die salia alcalina, nach der Flüchtigkeit theilte man die letzteren in salia alcalina fixa und salia alcalina volatilia. War eine metalliſche Verbindung gelb oder gelbroth, ſo wurde ſie Crocus, war ſie ſchwarz, ſo wurde ſie Aethiops genannt. Mit der Entdeckung einer größeren Anzahl Verbindungen, namentlich von Salzen, im 17. Jahrhundert, nahm man ſeine Zuflucht zu dem Namen des Entdeckers, wo hervorſtechende phyſikaliſche Eigenſchaften fehlten. Die letzteren, mit Angabe des Stoffes, aus dem die Verbindungen erhalten waren, genügten, um von dem butyrum antimonii den spiritus fumans, das oleum arsenici, das butyrum zinci und die resina cupri zu unterſcheiden; bei den Salzen ſetzte man den Namen des Entdeckers, oder Desjenigen, der es hauptſächlich in Anwendung brachte, hinzu, und die Bezeichnungen sal febrifugum oder digestivum Sylvii, sal mirabile Glauberi, sal polychrestum Glaseri u. ſ. w. waren doch mindeſtens beſſer als die gleichzeitig gebrauchten Arcanum duplicatum, sal de duobus, Panacaea duplicata und ähnliche.

Aelteſte chemiſche Nomenclatur.

In dem Zeitalter der Alchemie machte ſich jeder Chemiker ſeine Nomenclatur nach eigenem Belieben, nur für die gewöhnlichſten Subſtanzen

Digitized by Google

Aelteſte chemiſche Nomenclatur.

ſtimmen die Benennungen der verſchiedenen Chemiker manchmal überein. In dem Zeitalter der mediciniſchen Chemie bleibt die Nomenclatur zwar eine durchaus principloſe, allein ſie beruht doch da ſchon mehr auf allgemeiner Convenienz, und dieſelben Worte werden bei den verſchiedenen Schriftſtellern für dieſelben Subſtanzen gebraucht. Gegen das Ende des 17. Jahrhunderts begann man endlich, gleichartige Namen auf Gleichartigkeit der Eigenſchaften zu gründen, welche ſich von einer Aehnlichkeit der Zuſammenſetzung herſchreibt. So unterſchied man damals ſchon die ſchwefelſauren Salze als **Vitriole** (ein Ausdruck, mit dem **Baſilius Valentinus** noch im 15. Jahrhundert alle kryſtalliſirten Metallſalze bezeichnete), man fügte den bekannten Metallvitriolen auch das ſchwefelſaure Kali als tartarus vitriolatus oder nitrum vitriolatum bei; die ſalpeterſauren Salze fing man ebenſo an, allgemein als Salpeter zu bezeichnen; was auf glühenden Kohlen verpufft, war ein Salpeter; man unterſchied von dem gemeinen Salpeter den cubiſchen Salpeter, **Glauber's** flammenden Salpeter, den Silberſalpeter und den Bleiſalpeter. Dieſe ähnlichen Namen bezeichnen meiſt Gleichheit der Säure, nur in ſelteneren Fällen finden wir Salze von verſchiedenen Säuren, aber von derſelben Baſis mit ähnlich klingenden Namen belegt, z. B. die Unterſcheidung zwiſchen dem gewöhnlichen Salmiak und **Glauber's** geheimem Salmiak. — Ebenſo deuteten die ähnlichen Namen Hornblei und Hornſilber eine Aehnlichkeit der Eigenſchaft und auch der Zuſammenſetzung an, und noch viele andere Beiſpiele ließen ſich hier anführen, welche indeß beſſer in der ſpeciellen Geſchichte der betreffenden Subſtanzen Erwähnung finden, wo ich die Nomenclatur berückſichtigen werde. Wie indeß es noch im Anfange des 18. Jahrhunderts mit der chemiſchen Nomenclatur in einzelnen Fällen ausſah, zeigt der Name magnesia alba, den man dem damals zuerſt verbreiteten Arzneimittel beilegte, weil man darin eine große Aehnlichkeit mit dem Braunſtein, der magnesia nigra, zu finden glaubte.

Dieſer verworrene, nur in ſehr wenig Fällen entfernt conſequente, Sprachgebrauch dauerte bis gegen das Ende des 18. Jahrhunderts. In den wenigen verallgemeinerten Bezeichnungen, die ſich in dem Vorſtehenden finden, muß man deßungeachtet die Gruudlage unſerer heutigen Nomenclatur ſuchen. Es waren um die Mitte des 18. Jahrhunderts vorzüglich **Macquer** und **Baumé**, welche auf der Nothwendigkeit beſtanden, ähnlich zuſammengeſetzte Subſtanzen durch ähnliche Namen zu bezeichnen, und die beſonders allgemeinere Benennungen, wie Vitriole, Salze u. ſ. w., in

Digitized by Google

Gang zu bringen ſuchten. Ihren, jedoch noch ziemlich unvollkommenen, Bemühungen trat von 1770 an Bergman bei, und verſuchte gleichfalls, für ſolche Verbindungen, deren Beſtandtheile er mit Sicherheit zu kennen glaubte, paſſende zuſammengeſetzte Namen zu geben. Da indeß Bergman zugleich ſeine Benennungen auf die ältere Nomenclatur zu ſtützen ſuchte, ſo entſtanden bei ihm Weitſchweifigkeiten, die ſeiner Nomenclatur gerade nicht zum Vortheil gereichten; die verſchiedenen cauſtiſchen Alkalien unterſchied er z. B. von dem kohlenſauren als reines fixes vegetabiliſches Alkali, reines fixes mineraliſches Alkali, reines flüchtiges Alkali, von dem luftvollen fixen vegetabiliſchen und luftvollen fixen mineraliſchen Alkali u. ſ. w., und erſt ſpäter, 1782 in ſeinem Entwurf eines neuen Mineralſyſtems, brauchte er für die erſteren einfach die Ausdrücke Potaſſinum, Natrum und Ammoniacum. Zu dieſer Zeit machte Bergman Vorſchläge über die chemiſche Nomenclatur, welche in mehrfacher Hinſicht mit den gleich zu beſprechenden von Guyton übereinſtimmen. Bergman meinte damals, man ſolle jeder Säure einen einfachen Namen geben, ſo z. B. die ſalpetrige Säure einfach nitreum, die Salpeterſäure nitrosum nennen; die Salze Einer Säure ſollten ſämmtlich Einen Genusnamen erhalten, und die Zufügung der Baſe die Species bezeichnen, wie er denn z. B. für vitrioliſirten Weinſtein die Benennung vitriolicum potassinatum, für Selenit vitriolicum calcareatum vorſchlug. Allein Bergman ſelbſt führte keinen ſeiner Vorſchläge conſequent ſelbſt durch; in ſeinen verſchiedenen Schriften finden ſich verſchiedene Principien der Nomenclatur befolgt. So nimmt er in ſeiner Sciagraphia den Genusnamen von der Baſe, und den Speciesnamen von der Säure; er braucht hier z. B. für die verſchiedenen Natronſalze die Bezeichnungen alcali minerale aëratum (kohlenſaures), vitriolatum, nitratum, salitum u. ſ. w., für die Magneſiaſalze magnesia aërata, vitriolata, nitrata, salita u. ſ. f. — Wenn aber auch Bergman nicht ganz einig mit ſich war, welches Princip der Nomenclatur in der Chemie einzuhalten ſei, ſo ſah er doch die Nothwendigkeit einer Umgeſtaltung der Nomenclatur, einer Zurückführung derſelben auf feſte Grundſätze, deutlich ein, und nach allen Kräften trug er dazu bei. Noch in den letzten Tagen ſeines Lebens ſchrieb er an Morveau, welcher damals mit der Reform der chemiſchen Namen beſchäftig war, und rieth ihm, ſtreng zu verfahren und keine ungeeignete Benennung beizubehalten, wenn ſie auch langjährigen Gebrauch für ſich hätte. Er ſolle eine neue rationelle Nomenclatur einführen; »Jene, Bergman's Nomenclatur.

Digitized by Google

die ſchon unterrichtet ſind, werden ſie leicht verſtehen, und Jene, die noch nicht unterrichtet ſind, werden ſie noch weit eher verſtehen," meinte Bergman.

Guyton de Morveau's Nomenclatur.

Alle früheren Vorſchläge und Verbeſſerungen waren nur auf verhältnißmäßig wenige chemiſche Subſtanzen gegangen, kein allgemeines Princip war befolgt, was für die Benennung neu darzuſtellender Verbindungen einen Leitfaden hätte abgeben können. Guyton de Morveau war der Erſte, der 1782 für die Salze eine conſequente Nomenclatur durchzuführen ſuchte. Die Veranlaſſung für ihn war, daß er ſich anheiſchig gemacht hatte, den chemiſchen Theil der zu jener Zeit erſcheinenden Encyclopédie méthodique zu bearbeiten, und er ſah ein, wie nothwendig für den Erfolg einer angemeſſenen Darſtellung der Gebrauch einer richtigen Bezeichnungsmethode ſein mußte. Zugleich aber auch überzeugt, daß die Einführung einer beſſeren Nomenclatur nur dann von Nutzen ſein könne, wenn ihr der Beitritt der übrigen Chemiker geſichert ſei, publicirte er vor ihrer Anwendung einen Entwurf derſelben in dem Journal de Physique (1782). Dieſer Entwurf gründete ſich auf die phlogiſtiſche Theorie, welcher Morveau zu dieſer Zeit noch anhing; der wichtigſte Theil deſſelben beſchäftigte ſich mit der Benennung der Salze und ihrer Beſtandtheile, und folgende Mittheilung einiger von Morveau dafür in Vorſchlag gebrachten Namen mag zeigen, inwiefern ſich ſeine Methode unſerer heutigen bereits nähert.

Acides	Sels	Bases
Vitriolique	Vitriols	Phlogistique
nitreux	nitres	calce
arsénical	arséniates	barote
boracin	boraxs	or
fluorique	fluors	argent
citronien	citrates	mercure
oxalique	oxaltes	cuivre
sébacé	sébates	esprit de vin

Wir finden hier zuerſt alle Säuren wirklich als acides benannt; jede einzelne in der Art, daß dem Gattungsnamen acide ein diſtinguirendes Adjectiv, von dem Urſprunge der Säuren abgeleitet, beigefügt wird. Als das Bedeutendſte in dieſem Vorſchlage müſſen wir indeß die große Einfachheit anerkennen, mit welcher Morveau die Salze benannte, nämlich allgemein von der Säure den Geſchlechtsnamen zu entlehnen, und ihr den

Digitized by Google

Namen der Baſe als Gattungsbezeichnung beizufügen, alſo zu ſagen vitriol d'argent, vitriol de cuivre, de barote, nitre de mercure, fluor de calce u. ſ. w., um die Beſtandtheile der Salze durch die bloße Benennung auszudrücken. Dieſes iſt aber auch faſt Alles, was von Guyton's erſter Nomenclatur ſpäter beibehalten wurde; in den Endungen der Bezeichnungen für die Säuren, für die Salze, finden wir keine Analogie; nur in wenigen Fällen begegnen wir hier Flexionen, welche noch jetzt im Gebrauch ſind, und dieſe ſcheinen mehr durch Zufall ſo geworden zu ſein, als beſtimmter Ueberlegung ihre Aufſtellung zu verdanken. Guyton de Morveau's Nomenclatur.

Morveau's Nomenclatur von 1782 fand lebhaften Widerſpruch, ſowohl von Seiten der Antiphlogiſtiker, weil ſie ſich auf ein von ihnen für falſch erkanntes Syſtem ſtützte, als auch von Seiten der Phlogiſtiker, die darin zu viel Neuerungen fanden. Für die erſteren indeß war die Einführung einer neuen Sprachweiſe in der Chemie ein großes Bedürfniß, da ſie in den älteren phlogiſtiſchen Ausdrücken kaum ihre Anſichten verdeutlichen konnten; als daher Morveau zu ihrer Theorie übertrat, und im Anfange des Jahres 1787 ſelbſt nach Paris kam, wurde von Lavoiſier der Plan, eine Reform in dieſer Hinſicht durchzuführen, aufgenommen; er vereinigte ſich mit Morveau, Berthollet und Fourcroy, und legte ſchon im April dieſes Jahres der Akademie den Plan zu einer neuen Nomenclatur vor, an deren Ausarbeitung jedoch die beiden Letzteren nur untergeordneten Antheil genommen zu haben ſcheinen. An dieſer verbeſſerten Nomenclatur hat Lavoiſier ohne Zweifel den größten Antheil; in ſeinem Namen ſtattete er der Akademie Bericht ab über die allgemeinen Grundſätze, welche bei der Aufſtellung derſelben befolgt worden waren, während Morveau die Einzelnheiten derſelben der Akademie vorlegte. Lavoiſier hob in ſeinem Berichte hervor, daß die Benennung der Körper zugleich über ihre Natur Aufſchluß geben ſoll; daß alſo für die einfachen Subſtanzen, denen nicht ſchon lange Gewohnheit einen nur ſchwer abzuändernden Namen gegeben habe, Bezeichnungen zu wählen ſeien, welche die allgemeinſte Eigenſchaft derſelben ausdrücken; einmal um dem Gedächtniſſe zu Hülfe zu kommen, welches neue bedeutungsloſe Wörter nur ſchwer behalte und leicht verwechſele, und dann, um überhaupt davon abzugewöhnen, Bezeichnungen anzuwenden, ohne damit einen Begriff auszudrücken. Für die meiſten einfachen Stoffe, die ſchon länger bekannten Metalle, Alkalien und Erden, behielten ſonach die franzöſiſchen Chemiker die frühere Bezeichnungsweiſe bei, während ſie

Guyton de Morveau's Nomenclatur.

als neue Elemente das Oxygène, das Hydrogène und das Azote nannten. Um die einfacheren Verbindungen aus zwei Beſtandtheilen zu benennen, beachteten ſie, daß dieſe Verbindungen meiſt ſaurer oder baſiſcher Natur ſind. Sie glaubten, ſchon durch den Namen ausdrücken zu müſſen, ob eine Verbindung einer dieſer Klaſſen angehört, und führten deßhalb die Bezeichnungen acide und oxyde als allgemeine Namen ein, denen zur Unterſcheidung der Name des Stoffs, aus welchem eine ſolche Verbindung entſteht, beigefügt wird. Den Wörtern, welche zur Unterſcheidung der Säuren hinzugefügt werden, gaben ſie im Allgemeinen die adjectiviſche Endung ique, welche ſpäter auch in die lateiniſche Nomenclatur überging; nur in dem Falle, wo ſich ein Radical in verſchiedenen Verhältniſſen mit Sauerſtoff verbindet, unterſchieden ſie die weniger Sauerſtoff enthaltenden Säuren durch die Endung auf eux, und wir ſehen hier zuerſt acide sulfureux von acide sulfurique, acide nitreux von acide nitrique mit Rückſicht auf die verſchiedene Zuſammenſetzung unterſchieden. Für die Salze behielten ſie im Allgemeinen die Nomenclatur Morveau's bei, mit der ſchärferen Angabe, daß alle Salze einer Säure, deren Radical ſich nur in Einem Verhältniß mit Sauerſtoff verbindet, auf ates endigen ſollten (borates, muriates, benzoates ꝛc.), daß, wo Säurebildung in verſchiedenen Proportionen mit Sauerſtoff ſtatthat, die Salze der weniger Sauerſtoff enthaltenden Säure auf ites, der mehr Sauerſtoff enthaltenden auf ates endigen ſollten (nitrites für die ſalpetrigſauren, nitrates für die ſalpeterſauren Salze, ebenſo sulfites, sulfates ꝛc.).

Das Vorhergehende mag hinreichend ſein, um zu zeigen, daß die von Lavoiſier und Guyton de Morveau aufgeſtellte Nomenclatur im Weſentlichen die heute noch befolgte iſt. Ihre Vorzüglichkeit und Naturgemäßheit zeigte ſich beſonders daran, mit welcher Leichtigkeit ſie, die zunächſt nur für die franzöſiſche Sprache ausgedacht war, ſich in allen anderen Sprachen nachbilden ließ. Dieſe Nomenclatur wurde 1787 durch eine eigene von Lavoiſier, Morveau, Berthollet und Fourcroy gemeinſchaftlich herausgegebene Schrift bekannt; in Frankreich wurde ſie bald die allgemein eingeführte, in England bedienten ſich ſchon Black und andere ausgezeichnete Chemiker derſelben; auch in Deutſchland, wo die Phlogiſtontheorie noch am längſten Vertheidiger fand, wurde ſie ſeit 1791 von Einigen gebraucht, und immer allgemeiner angewandt, obgleich noch gerade in dieſem Jahre Wiegleb, ein Chemiker von bedeutender Autorität zu dieſer Zeit, über dieſelbe äußerte: »Die franzöſiſchen Chemiker — — — ließen ſich einfallen,

eine ganz neue chemiſche Kunſtſprache zu entwerfen. Allein ſie hat ſelbſt in Frankreich keinen allgemeinen Beifall gefunden, von den Ausländern iſt ſie aber mit Einer Stimme verworfen worden.« Wiegleb irrte ſich; noch vor 1800 war ſie in die deutſche Sprache übergegangen, und von den meiſten Chemikern gebraucht. Unter Denjenigen, welche um 1800 mit Erfolg bemüht waren, dieſe Nomenclatur in Deutſchland heimiſch zu machen, und die überhaupt für die Ausbildung der deutſchen chemiſchen Kunſtſprache ausgezeichnet viel geleiſtet haben, verdienen vorzüglich Gren (der ihr in Deutſchland Eingang verſchaffte, ohne allen Lehrſätzen der Lavoiſier'ſchen Theorie beizutreten) und Gilbert erwähnt zu werden, welcher Letztere als Herausgeber eines der geachtetſten deutſchen Journale auch beſonders Gelegenheit hatte, ſich in dieſer Hinſicht Verdienſte zu erwerben.

Widerſprüche gegen Morveau's Nomenclatur.

Lavoiſier's Anſicht, daß die Benennung einer Subſtanz uns zugleich über ihre Natur, über die Art ihrer Beſtandtheile und ſogar über das relative Zuſammenſetzungsverhältniß derſelben belehren ſolle, breitete ſich zwar bald allgemein aus, erfuhr indeß doch auch Widerſpruch von Gelehrten, denen ſonſt ein ſehr gültiges Urtheil zuſtand. Es ſind in dieſer Beziehung nicht die Phlogiſtiker gemeint, welche aus blindem Vorurtheil eine Bezeichnungsmethode verwarfen, weil ſie ein anderes Syſtem repräſentirte, als das ihrige; aber noch 1812 ſprach ſich über das Princip der Lavoiſier'ſchen Nomenclatur ein Chemiker mißbilligend aus, deſſen Anſichten überhaupt oft von denen Lavoiſier's abwichen. Humphry Davy war der Anſicht, daß überhaupt eine Nomenclatur keine Anſicht ausdrücken ſolle, denn eine theoretiſche Anſicht könne wechſeln, und es ſei damit ein Umſturz aller früheren Benennungen gegeben. So z. B. müſſe mit der Zerlegung von Körpern, die im Lavoiſier'ſchen Syſtem als einfach gelten, eine gänzliche Abänderung der darauf gegründeten Nomenclatur verbunden ſein. Davy meinte, die Trivialnamen, welche keine Conſtitution ausdrücken, ſeien eben deßhalb die beſten. Für Körper, die als ähnliche zu betrachten ſind, welches auch die Anſicht über ihre Conſtitution ſei, ſolle man ähnliche Bezeichnungen wählen. So z. B. könne man alle Metalle in der lateiniſchen Nomenclatur auf um endigen laſſen; der Begriff der Oxyde, unwandelbar, wie auch die Anſicht über die Conſtitution der Oxyde ſei, könne durch die Flexion auf a ausgedrückt werden, und man ſolle z. B. aura, plumba, calca, potassa für die Oxyde von aurum, plumbum, calcium, potassium ſagen. Auf ſehr zuſammengeſetzte Körper, meint Davy,

Widerſprüche gegen Morveau's Nomenclatur.

ſei ohnehin das Lavoiſier'ſche Nomenclaturprincip nicht anwendbar, während er z. B. die Chlormetalle ſehr einfach durch plumbana, argentana, calcana, potassana u. ſ. w. bezeichnete. Noch 1814 ſchlug Davy vor, die ähnlichen Fluormetalle durch eine ähnliche Endung als plumbala, calcala u. ſ. w. zu unterſcheiden, die Jodmetalle aber plumbama, calcama u. ſ. w. zu nennen. Davy ſtand damals mit ſeiner Nomenclatur ſehr allein; in unſerer Zeit ſcheinen einige Chemiker verſuchen zu wollen, ein ähnliches Sprachprincip in Aufnahme zu bringen.

Es ſcheint mir unnöthig, andere Einwürfe und Verdrehungen der Lavoiſier'ſchen Nomenclatur hier zu erzählen; ſie haben zu keiner Zeit gefehlt. Ein Hauptvorzug dieſer war es, in alle anderen Sprachen übertragen werden zu können, und namentlich der von allen Gelehrten gekannten, der lateiniſchen, ſich eng anzuſchließen. Der Particularismus einzelner Gelehrten verurſachte mehrfach Verſuche, für die einzelnen Sprachen Nationalkunſtſprachen zu erſinnen, und ſo ſehen wir noch 1814 einen ausgezeichneten Phyſiker mit einer chemiſchen Nomenclatur für die Völker germaniſchen Stammes hervortreten, worin, nicht allzuglücklich gewählt, Eld (von dem däniſchen Ild, Feuer) für Sauerſtoff, Eldluft für Sauerſtoffgas, elden für oxydiren, ähnlich brint (von brennen) für Waſſerſtoffgas, Aesch für Alkali, äschig, Aeschigkeit u. ſ. w. vorkamen.

Mit Uebergehung aller ſolcher Verſuche haben wir hier nur noch der Nomenclatur zu erwähnen, welche im Geiſte der Lavoiſier'ſchen dieſe allen den Fortſchritten anpaßte, welche die Wiſſenſchaft im Laufe der Zeit gemacht hatte. Es iſt dies die Berzelius'ſche, und da ſie noch immer die allgemein angewandte iſt, ſo haben wir von ihr nur die Zeit ihrer Einführung in die Wiſſenſchaft zu bemerken. Berzelius' Nomenclatur, die bei bedeutenden inneren Vorzügen ſich auch deßhalb ſo bald verbreitet hat, weil ſie zunächſt in lateiniſcher Sprache abgefaßt und deßhalb allen Chemikern zugänglich war, wurde von ihm zuerſt 1811 aufgeſtellt, bei Gelegenheit, daß ihm die Beſorgung einer neuen Ausgabe der ſchwediſchen Pharmacopoe übertragen war. Die Abhandlung, worin er ſeine Anſichten darüber ausſprach, wurde in dem Journal de physique 1811 veröffentlicht, und enthielt bereits vollſtändig die Grundlage der Benennungsmethode, welche ſeitdem mit ſo viel Vortheil auf die neu entdeckten Verbindungen angewandt worden iſt. Durch die richtigere Bezeichnung der verſchiedenen Verbindungsſtufen wurden auch bald die früheren vageren Benennungen

(z. B. die von Thomſon 1804 für die verſchiedenen Oxydationsſtufen vorgeſchlagenen: Protoxyd, Deutoxyd, Peroxyd ꝛc.) verdrängt. Eine weitere Ausführung der Berzelius'ſchen Nomenclatur gehört nicht hierher.

Wie die chemiſche Nomenclatur waren auch die chemiſchen Zeichen der Ausdruck des chemiſchen Wiſſens. In einer dunkeln Zeit die wenigen und geheim gehaltenen chemiſchen Kenntniſſe unter einer myſtiſchen Form verbergend, in ſpäterer Zeit ungeordnete empiriſche Thatſachen ebenſo verworren und empiriſch darſtellend, wurden endlich die Zeichen bei genauerer Einſicht in die chemiſchen Erſcheinungen rationeller, einfacher und bequemer, dabei vielſagender und fähig, complicirtere Anſichten auszudrücken. Wir wollen die verſchiedenen Phaſen der chemiſchen Zeichenlehre verfolgen, ſoweit irgend mit hiſtoriſcher Gewißheit ſich über ihren Gebrauch aburtheilen läßt.

Geſchichte der chemiſchen Zeichen.

Die erſte Einführung beſtimmter Zeichen für gewiſſe Subſtanzen geht indeß hinter die Zeit hinaus, über welche wir noch in der Chemie beſtimmte Nachrichten haben; ſie fällt mit einer beſonderen Nomenclatur zuſammen. Die Metalle waren es zuerſt, welche man mit ſolchen Zeichen belegte, und für die 7 Metalle, welche man ſeit langer Zeit als ſolche kannte, mochte ſchon früh der Vergleichung halber die Beilegung der Namen und Zeichen der 7 Planeten paſſend erſcheinen. Wann, und bei den Chemikern welchen Volkes dies zuerſt geſchehen iſt, darüber herrſcht gänzliche Ungewißheit. Die früheren Chemiker, welche bemüht waren, den Urſprung der Chemie bis in das graue Alterthum zurückzuverlegen, verſichern, daß bereits die alten Aegypter, daß Hermes ſich der Planetennamen in der Art bedient habe, allein die Beweiſe hierfür mangeln nicht nur, ſondern es erſcheint ſogar gewiß, daß dem nicht ſo ſei (vgl. Geſchichte der Alchemie, Seite 145). Ebenſo zweifelhaft iſt es, ob, wie Boerhave verſichert, die alten Perſer bereits die Metalle nach den Planeten benannt haben.

Aelteſte chemiſche Zeichen.

Die Ungewißheit, wann wirklich eine derartige Benennung und Bezeichnung auf die Metalle angewandt worden iſt, erſtreckt ſich noch viel weiter. In Geber's Schriften finden wir ſie zuerſt nachweisbar durchgeführt und ſogar gewöhnlich gebraucht; rührt die Bezeichnung von Geber ſelbſt her, ſo haben wir ſie als im 8. Jahrhundert ſtattfindend zu betrachten; aber von Geber's Schriften ſind kaum mehr als die lateiniſchen Ueberſetzungen bekannt; es fallen dieſe in das 16. Jahrhundert, und da zu dieſer Zeit der Gebrauch der Planetennamen und Planetenzeichen für die

Digitized by Google

Aelteſte chemiſche Zeichen. Metalle ſchon ganz gebräuchlich war, ſo iſt es wohl möglich, daß ſich in den Originalien dieſe Bezeichnung nicht findet, obgleich ſie die Ueberſetzer angewandt haben. Wir wiſſen alſo nicht einmal mit Beſtimmtheit, ob Geber für die Metalle ſich der Namen und Zeichen der Planeten bedient habe.

Allgemeiner gebraucht iſt indeß dieſe Bezeichnungsweiſe ſchon von den Alchemiſten des 13. Jahrhunderts; in den Schriften von Raymund Lull kommt ſie oft vor. Von dieſer Zeit an werden lange die Metalle bezeichnet:

Gold	Silber	Queckſilber	Kupfer	Eiſen	Zinn	Blei
☉	☽	☿	♀	♂	♃	♄
Sol	**Luna**	**Mercurius**	**Venus**	**Mars**	**Jupiter**	**Saturnus.**

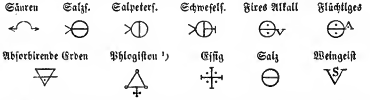
Ebenſo wenig, als über die Zeit der Einführung dieſer Zeichen, iſt über ihre Bedeutung etwas Sicheres bekannt. Ob ♄ die Senſe des Saturns, ♂ Schild und Speer des Mars, ♀ den Spiegel der Venus bedeutet, und ſomit die Zeichen an Attribute der mythologiſchen Gottheiten erinnern ſollen, oder ob es Abbreviaturen von Namen für dieſe Gottheiten ſind (z. B. das Zeichen der Venus ♀ der erſte Buchſtabe φ ihres Beinamens φωςφόρος, Morgenſtern), läßt ſich jetzt nicht mehr entſcheiden. Die Alchemiſten, von der ſehr zweifelhaften Annahme ausgehend, daß die Zeichen den Metallen zuerſt gegeben, und von dieſen auf die Planeten übertragen worden ſeien, ſuchten darin Andeutungen der chemiſchen Eigenthümlichkeit jedes Metalls; ſie hielten dieſe Zeichen für die Bewahrer hermetiſcher Gelehrſamkeit, welche über die Zuſammenſetzung der Metalle berichten. Mit Eifer wurde daher im 14. bis 17. Jahrhundert discutirt, ob der geſchloſſene Kreis die Vollkommenheit eines Metalls, der Halbkreis den an die Vollkommenheit annähernden Zuſtand eines ſolchen ausdrücke, ob ein Kreuz das Zeichen des der Metallicität Beraubtſeins ſei; und man verſuchte, hieraus auf den Grad der Vollkommenheit der verſchiedenen Metalle zu ſchließen, deren Zeichen alle aus Kreiſen, Halbkreiſen und Kreuzen, zum Theil nur in verſchiedener Stellung zu einander, beſtehen.

Noch einige andere Zeichen findet man ſeit dem 13. Jahrhundert in der Chemie gebraucht, nämlich die für die vier Ariſtoteliſchen Elemente. Dieſe Bezeichnung

Feuer	Luft	Waſſer	Erde
🜂	🜁	🜄	🜃

erhielt ſich lange, namentlich ſieht man das Zeichen des Waſſers noch jetzt manchmal gebraucht.

Dieſe Zeichen wurden mit den oben für die Metalle gegebenen gemeinſchaftlich gebraucht; für eine große Menge anderer Stoffe erfand man andere, ohne daß jedoch eine Uebereinſtimmung der verſchiedenen Chemiker in dieſer Hinſicht nachzuweiſen wäre. Einzelne Zeichen finden ſich zwar bei allen übereinſtimmend gebraucht, ſeit dem 14. Jahrhundert wird z. B. der Schwefel durch 🜍 angedeutet. Von der größeren Menge chemiſcher Charaktere, die ſich in den älteren Schriften finden, will ich hier nur die mittheilen, welche Geoffroy 1718 in ſeinen Verwandtſchaftstafeln gebrauchte. Auf die Metalle wendet er noch die oben angegebenen Planetenzeichen an; ſeine anderen Zeichen ſind: Geoffroy's Zeichen.



Solcher Vorſchläge wurden im Laufe des 18. Jahrhunderts mehrere gemacht; wir erwähnen hier nur des von Bergman 1780 vorgeſchlagenen Syſtems chemiſcher Zeichen, welches, obgleich es keineswegs allgemein angenommen wurde, doch wegen der Autorität ſeines Urhebers Beachtung verdient. Bergman ſchlug vor, für analoge Körper ähnliche Zeichen zu wählen, die nur für die beſonderen Subſtanzen durch beſondere Abzeichen zu unterſcheiden ſeien. So ſolle das Zeichen für die vier Elemente und die brennbaren Subſtanzen, wie Schwefel und Phosphor, in einem auf verſchiedene Art ausgezeichneten Dreieck beſtehen, eine Krone ſolle die metalliſchen Subſtanzen (regulos) bezeichnen, ein Kreis die Salze und auch die Alkalien, ein Kreuz endlich die Säuren. Bergman ſelbſt jedoch machte von dieſer Anordnung keine durchgreifende Anwendung; er ließ den Metallen z. B. ihre früheren Charaktere, obgleich dieſe nicht mit ſeiner allgemeinen Bezeichnungsweiſe übereinſtimmen. Bemerkenswerth iſt nur noch, daß ſich bei Bergman der erſte Verſuch von zuſammengeſetzten Zeichen findet, Bergman's Zeichen.

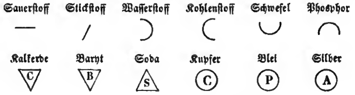
[1]) Principe huileux, soufre principe nach Geoffroy. Vergl. »Phlogiſton« und »Schwefel.«

welche für Den, der die Bedeutung der einfachen Zeichen kennt, ſogleich die Natur der Verbindung ausdrücken ſollen. Er bezeichnete z. B. die Metalloxyde, indem er dem Zeichen des Metalls das Zeichen des Kalks beifügte; offenbar mehr dem Wortlaut Metallkalk, als ſeiner Anſicht über die Conſtitution dieſer Körper folgend. Ebenſowenig als dieſe Art der Bezeichnung hat indeß Bergman einen andern von ihm angedeuteten Vorſchlag durchgeführt, die Miſchung der Mineralien in der Weiſe ſymboliſch darzuſtellen, daß man die Zeichen oder Anfangsbuchſtaben der damals für einfach gehaltenen Stoffe in der Ordnung neben einander ſtelle, welche den Mengenverhältniſſen, in denen ſie in die Miſchung eingegangen ſind, entſpreche.

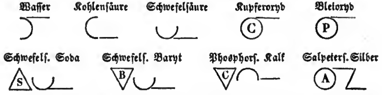
Haſſenfratz's und Adet's Zeichen.

Viel zweckmäßiger war ſchon die Bezeichnungsmethode, welche 1787 von Haſſenfratz und Adet vorgeſchlagen wurde. Sie war der antiphlogiſtiſchen Theorie angepaßt, und enthält mehrere Eigenthümlichkeiten, die wir auch in den ſpäteren Zeichenſyſtemen wiederfinden.

Die einfachen Subſtanzen ſuchten ſie durch möglichſt einfache Zeichen auszudrücken, ähnliche Körper durch ähnliche Zeichen, z. B. alle Metalle durch Kreiſe, welche durch den hineingeſetzten Anfangsbuchſtaben des lateiniſchen Namens des Metalls unterſchieden werden ſollten, alle Alkalien und Erden ebenſo durch verſchieden geſtellte Dreiecke u. ſ. w. Z. B.



Dieſe Zeichen ſollten nun zuſammengeſetzt die Zeichen der Verbindungen geben. Es entſtanden alſo z. B. folgende Zeichen:



Man ſieht, daß dieſe Zeichen mindeſtens weit vollkommener waren, als alle früheren. Haſſenfratz und Adet begnügten ſich nicht, mit

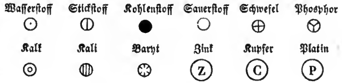
ihren Zeichen die qualitative Zuſammenſetzung auszudrücken, ſondern ſie verſuchten ſogar, für Verbindungen aus denſelben Beſtandtheilen in verſchiedenen Verhältniſſen Zeichen zu geben, welche durch die verſchiedene Stellung zu einander die verſchiedene quantitative Zuſammenſetzung andeuten ſollten. Wie ſie dies auszuführen gedachten, ergiebt ſich am beſten aus folgendem Beiſpiele für verſchiedene Oxydationsſtufen des Stickſtoffs bis zur Salpeterſäure: Haſſenfratz's und Adet's Zeichen.

Lavoiſier, Berthollet und Fourcroy ſtatteten 1787 der Pariſer Akademie über dieſen Vorſchlag Bericht ab, und empfahlen ihn; doch fand er keine allgemeinere Anwendung, und in bunter Verwirrung wurden noch lange von den Chemikern die verſchiedenartigſten und ſinnloſeſten Zeichen gebraucht.

Der nächſte Vorſchlag in dieſer Beziehung wurde von Dalton gemacht, und ſeine Bezeichnungsmethode verdient um ſo mehr unſere Aufmerkſamkeit, da ſie uns zugleich ſeine Anſichten über die Atomconſtitution mehrerer Verbindungen kennen lehrt

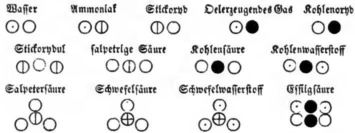
Rufen wir uns das Seite 370 ff. und 388 ff. dieſes Theiles über Dalton's ſtöchiometriſche Arbeiten und Anſichten über die Atome Geſagte in's Gedächtniß zurück. Dalton bezeichnete nun (1808 in ſeinem New System of Chemical Philosophy) die Atome der verſchiedenen Elemente durch Kreiſe (um die angenommene ſphäriſche Geſtalt derſelben auszudrücken), die durch mancherlei Merkmale unterſchieden waren. Ein ſolches Zeichen für Ein Atom eines Elements drückt alſo einmal die Art deſſelben und dann auch noch die Schwere deſſelben (nach ſeiner Tabelle Seite 372) aus; die Verbindungen entſtehen durch Aneinanderlagern der Atome, und die im Folgenden dafür gegebenen Dalton'ſchen Zeichen geben nicht allein die qualitative Zuſammenſetzung, ſondern auch die quantitative. Folgende ſind einige damals von Dalton gegebene Zeichen: Dalton's Zeichen.

Einfache Stoffe:



Dalton's Zeichen.

Verbindungen:



Dieſe Zeichen geben uns hinlänglich zu erkennen, in welcher Art Dalton ſeine Bezeichnungsweiſe durchzuführen gedachte, und zugleich, auf welcher Stufe der Vollkommenheit zu jener Zeit die Kenntniß der Atomconſtitution für zuſammengeſetztere Verbindungen ſtand.

Berzelius' Zeichen. Offenbar konnten Dalton's Zeichen, wenn auch für einfachere Verbindungen genügend, für complicirtere nicht angewandt werden Berzelius hat das Verdienſt, zuerſt eine Bezeichnungsweiſe eingeführt zu haben, welche wirklich die Aufſtellung chemiſcher Formeln zuließ. Dieſe kam ſchon ſeit dem Jahre 1815 in Gebrauch; ihre Einrichtung iſt zu bekannt, als daß ſie hier einer Erläuterung bedürfte; nur iſt zu bemerken, daß viele Formeln vor 1826 anders geſchrieben wurden, als dies jetzt der Fall iſt. Ich habe ſchon oben, Seite 397, bemerkt, daß Berzelius früher für viele Metalle andere Atomgewichte annahm, als ſpäter, und die beiden Tabellen Seite 383 zeigen dies deutlich. Nach der Tabelle von 1815 ſchrieb demgemäß Berzelius:

Kupferoxydul	Kupferoxyd	Bleioxyd	Kohlenſ. Kalk	Schwefelſ. Kupferoxyd
$\dot{C}u$	$\ddot{C}u$	$\ddot{P}b$	$\ddot{C}a\ \ddot{C}^2$	$\ddot{C}u\ \dddot{S}^2 + 10H^2O$

während er 1826 dieſelben Verbindungen ſchrieb:

$\dot{\bar{C}}u$	$\dot{C}u$	$\dot{P}b$	$\dot{C}a\ \ddot{C}$	$\dot{C}u\ \dddot{S} + 5\dot{\bar{H}}$

Die abgekürzten mineralogiſchen Formeln führte Berzelius ſchon 1814 ein.

7-19

Digitized by Google

Digitized by Google

Digitized by Google

THE NEW YORK PUBLIC LIBRARY
REFERENCE DEPARTMENT

This book is under no circumstances to be taken from the Building

form 410

B'D APR 24 1915

Digitized by Google

Digitized by Google